Beitrag

zur

Lehre vom Lichtungszuwachs,

im Besonderen

bei

Fichte, Kiefer und Tanne.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der kgl. staatswirthschaftlichen Fakultät der Universität München

vorgelegt von

Eustach Grasmann.

Frankfurt am Main.
J. D. Sauerländer's Verlag.
1890.

Beitrag

zur

Lehre vom Lichtungszuwachs,

im Besonderen

bei

Fichte, Kiefer und Tanne.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der kgl. staatswirthschaftlichen Fakultät der Universität München

vorgelegt von

Eustach Grasmann.

Frankfurt am Main.

J. D. Sauerländer's Verlag.

1890.

G. Otto's Hof-Buchdruckerei in Darmstadt.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Die Aufgabe des forstlichen Versuchswesens liegt nicht so sehr in einer dem nächst liegenden praktischen Bedürfnisse entsprechenden Lösung jeweils auftauchender forstlicher Tagesfragen als in der sicheren Fundamentirung der forstlichen Wissenschaft und damit der Wirthschaftslehre sowie in dem Ausbau dieser beiden nach verschiedenen Gesichtspunkten. Dabei muß es der Praxis überlassen bleiben, die einzelnen Forschungsergebnisse nach Thunlichkeit im Betriebe zu verwerthen. Der wissenschaftliche Werth der Forschung selbst bemißt sich nicht nach dem unmittelbaren Nutzen, den die Praxis aus den Resultaten der Untersuchungen zieht, sondern nach dem Grade, in welchem dadurch die Erkenntniß der Erscheinungen und ihres ursächlichen Zusammenhanges gefördert wird.

Viele Fragen, die heute kaum ein praktisches Interesse beanspruchen, müssen der Lösung zugeführt werden, weil sie nothwendige Bausteine bilden in dem Gefüge des großen Ganzen. Andererseits dürfen Fragen von so hervorragend praktischer Bedeutung wie der Lichtungszuwachs nicht einseitig vom praktischen Standpunkte aus behandelt werden, sondern müssen eine wissenschaftliche Begründung erfahren, um so für die Wirthschaft sichere Zielpunkte zu schaffen. „Ob die Praxis dann auch noch so viele Gründe habe, hinter diesen Zielpunkten einer idealen Wirthschaftslehre zurückzubleiben, immer muß diese Lehre eine wissenschaftlich begründete sein“.

I. Lichtungszuwachs im Allgemeinen.

1) Geschichtliche Vorerinnerungen und Literatur.

Die Erforschung des Lichtungszuwachses gehört zu den Fragen, welche die forstliche Welt seit langem und mit besonderem Interesse in den letzten Jahren beschäftigen. Ohne im Einzelnen auf die geschichtliche Entwickelung der Lehre über den Lichtungszuwachs näher einzugehen will ich hier nur erwähnen, daß derselbe bereits von Karl Heyer[1] besprochen wurde und daß namentlich Theodor Hartig mit der Erforschung der Zuwachsgesetze des Baumes zugleich dem Lichtungszuwachse besondere Aufmerksamkeit zugewendet hat[2]. In neuerer Zeit sind unter Anderen besonders Borggreve[3], R. Hartig[4], König[5], Kraft[6], Nördlinger[7], Preßler[8], Rinicker[9], Schaal[10], Schwappach[11] und Wagener[12] der Lösung dieser Frage näher getreten.

Neben diesen zahlreichen Einzelforschungen hat auch der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten Untersuchungen über den Lichtungszuwachs in sein Programm aufgenommen und einheitliche Arbeitspläne aufgestellt, nämlich: „Anleitung zu Untersuchungen über den Zuwachs der Bäume im Einzelstande“, ausgearbeitet von der badischen Versuchsanstalt 1876, und mit einer über-

[1] Karl Heyer, Waldertragsregelung, 1841.

[2] Theodor Hartig, Lehrbuch für Förster, 11. Aufl., S. 87, 290 ff. — Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche, 1847. — Naturgeschichte der Forstkulturpflanzen, 1861.

[3] Borggreve, Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg., 1871, S. 143. — Forstliche Blätter, 1877, S. 211 u. S. 290. — Forstliche Blätter, 1881, S. 329. — Holzzucht, 1885, S. 21 ff.

[4] Robert Hartig, Danckelmann's Zeitschrift, I. Bd. 1869, S. 110; III. Bd. 1870, S. 66. — Botanische Zeitung, 1869, Heft 1; 1870, Heft 32 u. 33.

[5] König, Ueber Lichtungszuwachs, insbesondere der Buche, 1886.

[6] Kraft, Aus dem Walde, VII, S. 40. — Beiträge zur forstlichen Zuwachskunde, 1885.

[7] Nördlinger, Kritische Blätter, 47. Bd., 2, S. 38; 48. Bd., 2, S. 171; 49. Bd., 1, S. 112; 50. Bd., 2, S. 171; 52. Bd., 1, S. 80 u. 153. — Der Holzring, 1871. — Forstbotanik, 1874, I, S. 164.

[8] Preßler, Tharander Festschrift, 1866, S. 137 u. 192. — Tharander Jahrbuch, 18. Bd., S. 7; 28. Bd., S. 140.

[9] Rinicker, Zuwachsgang in Fichten- und Buchenbeständen, 1886.

[10] Schaal, Forstliche Blätter, 1876, S. 235.

[11] Schwappach, Danckelmann's Zeitschrift, 1887, S. 265.

[12] Wagener, Supplement der Allgemeinen Forst- u. Jagd-Zeitung, X, 1877, S. 41. — Der Waldbau und seine Fortbildung, 1884, S. 205. — Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung, 1887, S. 7 u. 145.

sichtlichen Einleitung und ausführlichen Noten versehen von A. Ganghofer*, ferner „Arbeitsplan zu Versuchen über Unterbau- und Lichtwuchsbetrieb“, ausgearbeitet von der württembergischen Versuchsanstalt.** Die badische Versuchsanstalt hat bereits umfangreiche Untersuchungen ausgeführt. Seit einigen Jahren beschäftigt sich auch die bayerische Versuchsanstalt unter Leitung von Professor Dr. Gayer mit Erhebungen über Lichtungszuwachs in größerem Maßstabe, und zwar theilen sich diese Arbeiten in stamm- und flächenweise Untersuchungen.

Für die forstliche Praxis sind allerdings die Ergebnisse flächenweiser Untersuchungen, wie sie von Kraft, König, Rinicker und Anderen mitgetheilt wurden, von unmittelbar höherem Werthe. In Bayern konnten jedoch vorerst nur sehr wenige Bestände, welche längere Zeit im Lichtstande sich befunden hatten und zu flächenweisen Untersuchungen geeignet schienen, ausfindig gemacht werden. Es wurde daher eine Reihe noch nicht gelichteter Bestände für vorliegende Versuchszwecke ausgewählt und nach bestimmten Normen gelichtet, um den Erfolg der Lichtung im Verlaufe der Jahre zu beobachten.

Im Nachfolgenden kann daher nur eine gedrängte Bearbeitung der bei den stammweisen Aufnahmen bisher gewonnenen Ergebnisse geboten werden.

Die Ausführung der Untersuchungen erfolgte unter den eingangs erwähnten Gesichtspunkten. Insoferne es sich daher bei diesen stammweisen Erhebungen nicht lediglich um Feststellung der Existenz des Lichtungszuwachses sowie der Größe und des Eintrittes desselben handelte, sondern auch um Gewinnung sicherer Anhaltspunkte zum Studium der Wachsthumsgesetze des Baumes vor und nach der Lichtstellung, der Qualität des Lichtungszuwachses u. dergl., ferner um Herstellung exakter Grundlagen für allenfallsige weitere, zunächst noch nicht in Aussicht genommene Arbeiten, mußte der erwähnte, von der badischen Versuchsanstalt verfaßte Arbeitsplan in manchen Punkten (Aufnahme und Berechnung des unteren Stammendes, der Gipfelstücke u. s. w.) eine schärfere Fassung erfahren. Die Untersuchungen wurden daher nach einem an die badische Anleitung als allgemeinen Arbeitsplan sich anlehnenden speziell ausgearbeiteten Plane durchgeführt. Dieser Plan hat zugleich für die noch fortzusetzenden Arbeiten als Grundlage zu dienen.

2) Begriff.

Unter Lichtungszuwachs*** versteht man bekanntlich die durch die Licht- oder Freistellung der Stämme eines Bestandes veranlaßte Wachsthumssteigerung*, oder „die Steigerung des Zuwachses, welche durch eine der natürlichen Stammzahlverminderung . . . . vorgreifende Lichtung an dem verbleibenden Bestande vermittelt wird“**.

Lichtungszuwachs ergibt sich im Plenterwald, an den Ueberhältern des Hochwaldes, an dem Oberholze im Mittelwalde u. s. w. Die Erzielung von Lichtungszuwachs ist aber hierbei nicht Hauptzweck der Betriebsführung, sondern durch die charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieser Betriebsarten oder Bestandesformen bedingt. Der Lichtungsbetrieb im strengen Sinne ist eine modifizirte Form des gleichalterigen schlagweisen Hochwaldbetriebes. Insoferne die Durchforstungen in der Jugend mäßig und mit zunehmendem Alter stärker geführt werden und selbst in die herrschenden Klassen eingreifen, kann allerdings eine auf Gewinnung von Lichtungszuwachs speziell gerichtete Betriebsmaßnahme oder der Lichtungsbetrieb als die natürliche Fortsetzung des Durchforstungsbetriebes angesehen werden.*** Der Unterschied zwischen Durchforstung und Lichtung besteht dann im Wesentlichen nur noch in dem Grade der Massenverminderung im Bestande. So würde eine Entnahme von etwa über 0,2 der Bestandesmasse nicht mehr als Durchforstung sondern als Lichtung zu betrachten sein.†

3) Existenz und Eintritt des Lichtungszuwachses.

Die Existenz des Lichtungszuwachses ist eine zweifellos feststehende Thatsache. In der älteren forstlichen Literatur wird bereits auf den Unterschied des Wachsthumes im geschlossenen und im lichten Stande hingewiesen††, und namentlich ist durch die Untersuchungen von Th. Hartig und Nördlinger der Lichtungszuwachs außer Zweifel gestellt worden. Durch eine Reihe anderer Forscher ist nachgewiesen, daß bei allen in geschlossenen Beständen auftretenden Holzarten und in allen die üblichen Umtriebszeiten nicht bedeutend überschreitenden Altern als nothwendige Folge einer der natürlichen Bestandesausscheidung vorgreifenden Lichtung ein gesteigerter Zuwachs am Einzelstamme sich ergibt.†††

Wenn trotzdem aber von einzelnen forstlichen Prak-

---

* Ganghofer, Forstliches Versuchswesen, I, S. 185.

** Jahrbuch der preußischen Forst- und Jagdgesetzgebung, XIX, 1, S. 12.

*** Der Vorschlag König's den für Lichtungszuwachs sonst noch üblichen Ausdruck Lichtstandszuwachs nur in jenen Fällen anzuwenden, in welchen ein Bestand von Jugend auf im Lichtstande erwächst, scheint sehr beachtenswerth.

* Ganghofer, forstl. Versuchswesen, I., S. 179.

** König, Lichtungszuwachs, insbesondere der Buche, S. 3.

*** Gayer, Waldbau, 1. Aufl., S. 662.

† Jahrbuch der preuß. Forst- und Jagdgesetzgebung, XIX. Band, 1. Heft, S. 12. — Arbeitsplan betreffend Versuche über Unterbau und Lichtwuchsbetrieb im Hochwalde.

†† Karl Heyer, Waldwerthrechnung, 1841.

††† König, Ueber Lichtungszuwachs, insbesondere der Rothbuche S. 4. — Ganghofer, forstl. Versuchswesen, I. Bd., S. 180.

tikern und bisweilen auch in der Literatur der Lichtungszuwachs bezweifelt und für einige Holzarten (Buche, Fichte, Kiefer, sämmtliche Lichtholzarten) überhaupt oder wenigstens für eine gewisse Zeit nach der Lichtstellung in Abrede gestellt wird*, so liegt die Erklärung hierfür darin, daß bei den Beobachtungen, welche solchen Anschauungen zu Grunde liegen, vielleicht lediglich die Schaftentwickelung der lichtgestellten Stämme und hierbei vielleicht nur die Jahrringbreite in Betracht gezogen wird, oder daß kein strenger Unterschied gemacht wird zwischen den unmittelbaren Wirkungen der Lichtstellung und den zufällig sie begleitenden Nebenumständen. Solche können häufig die beabsichtigten Erfolge der Lichtung schwächen oder aufheben.

Wenn nicht selten nach der Lichtung ein Stillestehen und selbst eine Verminderung des Zuwachses wahrgenommen wird, so läßt sich in jedem solchen Falle die nähere Ursache dieser von der allgemeinen Regel abweichenden Erscheinung unschwer finden. In manchen Fällen erscheint die Lichtung thatsächlich als ein „gewaltthätiger Eingriff" in die bisherige Bestandesverfassung und die in den Lichtstand übergeführten Individuen bedürfen einiger Zeit, um sich den veränderten Wachsthumsverhältnissen anzupassen. Eine auch hier erfolgende Zuwachssteigerung äußert sich nicht sofort in einer Verdickung des Jahrringes oder in Ablagerung eines stärkeren Holzmantels, sondern oft nur in einer verstärkten Neubildung von Assimilationsorganen, wodurch erst die nachfolgende gesteigerte Massenzunahme des Schaftes bedingt wird.

Eine Zuwachssteigerung in Folge der Lichtstellung wird ferner in allen jenen Fällen nicht eintreten, wo gleichzeitig mit der Zuwendung erhöhten Lichtgenusses und erweiterten Wachsraumes in Folge der Licht- oder Freistellung eine Herabminderung der Thätigkeit der übrigen Wachsthumsfaktoren z. B. der Bodenfeuchtigkeit eintritt.

Nur in einem einzigen selteneren Falle ist jedoch hier der Lichtstellung direkt die Zuwachsminderung zuzuschreiben, wenn nämlich durch die erhöhte Lichtwirkung eine gesteigerte Samenproduktion** in Folge Bildung von Eiweißstoffen auf Kosten der Kohlenhydrate erfolgt.*** Hierbei wird angenommen, daß die Assimilationsthätigkeit bei umlichteten, vorher beherrschten Stämmen weniger und später durch Samenproduktion in Anspruch genommen wird als bei gleichfalls umlichteten, aber vorher schon herrschenden Stämmen.*

Alle anderen die Zuwachsthätigkeit schwächenden Umstände wie: außergewöhnlich ungünstige Witterungsverhältnisse, z. B. Dürre, dann Beschädigungen der Baumkronen bei den Fällungsarbeiten, durch Stürme, Insekten, (Hylurgus piniperda L.), ferner Sonnenbrand, Wurzelverletzung bei der Stockrodung, sowie durch Heben und Schieben der Stämme mit Reißen der Wurzeln durch Stürme, Vertrocknung und Verhagerung des Bodens durch direkte Insolation und Reflexwirkung u. s. w. können nicht unmittelbar der Lichtstellung zugeschrieben werden, erscheinen jedoch häufig namentlich bei zu s t a r k e n Lichtungen als die Ursachen, welche den Lichtungszuwachs mehr oder minder paralysiren.

Es ist daher festzuhalten, daß als direkte Folge erhöhten Lichteinflusses auf die Baumkrone durch die Lichtstellung, — nach Maßgabe der Thätigkeit der übrigen Wachsthums-Faktoren, — unter allen Umständen ein gesteigerter Zuwachs am einzelnen Baume bewirkt wird und zwar alsbald** nach der Lichtstellung und ausnahmslos bei jeder Baumart. Wenn sich scheinbare Ausnahmen von dieser Regel ergeben, so sind sie auf die oben angegebenen Ursachen zurückzuführen und nicht mit Verschiedenheit der Holzart oder Standortsunterschieden zu erklären. Letztere Umstände haben nur Einfluß auf die Größe des Zuwachses, bedingen aber nicht die Existenz desselben. Die Frage, ob die sommergrünen (winterkahlen) Holzarten in höherem Maße zu einer unmittelbaren Bethätigung des Lichtungszuwachses befähigt sind als die wintergrünen, wie K ö n i g annimmt, kann hier nicht beantwortet werden, da vorliegende Untersuchung nur wintergrüne Holzarten betrifft, welche indeß durchgehends, soferne nicht die erwähnten störenden Einflüsse vorausgesetzt werden mußten, im e r s t e n Jahre einen wenigstens rechnerisch nachweisbaren Lichtungszuwachs ergaben.

Dieser gesteigerte Zuwachs braucht indeß nicht sofort in einer größeren Jahrringbreite oder, — wenn man sorgfältigere Untersuchungen anstellen will, — in einer größeren Schaftholzmasse sich auszusprechen, sondern es sind schon die durch die Lichtstellung veranlaßten Veränderungen in der Krone und im Wurzelkörper durch Neubildungen als Lichtungszuwachs aufzufassen, indem sie durch Anpassung des Stammes an

---

* Forstliche Blätter, 1876, S. 248; 1877, S. 212.

** Eine gesteigerte Samenproduktion nach der Lichtstellung ist indeß nicht immer der erhöhten Lichtwirkung auf die Baumkrone — wenigstens nicht ausschließlich — zuzuschreiben, sondern häufig auf ungünstige Veränderungen im Wurzelkörper zurückzuführen. In der künstlichen Beschränkung des Wurzelvermögens durch Verschneiden und Kürzen der Wurzeln liegt ein bekanntes Mittel das Blühen und Samentragen anzuregen.

*** Rinicker, Der Zuwachsgang in Fichten- und Buchenbeständen, S. 30.

* Borggreve, Forstl. Blätter, 1881, S. 329. — Holzzucht, 1885, S. 21.

** Der sofortige Eintritt des Lichtungszuwachses nach der Lichtung wurde bereits von Th. Hartig, 1861, Lehrbuch für Förster, I, S. 105 behauptet. — Nördlinger, Kritische Blätter, 47, S. 47.

die veränderten Wachsthumsverhältnisse eine gesteigerte Holzproduktion sicher einleiten und bedingen.

4) Größe des Lichtungszuwachses.

Die Größe des Lichtungszuwachses ist bei ein und derselben Holzart nach Individuum, Kronenentwickelung, Alter, Lage, Boden und Bestandesschluß vor der Lichtung verschieden.

Je jünger und gesünder ein Stamm, je kräftiger dessen Kronenentwickelung, je günstiger der Standort für das Wachsthum überhaupt, je gedrängter der Bestandesschluß vor der Lichtung war, desto ergiebiger ist deren Einfluß.

Verschieden ist ferner die Größe des Lichtungszuwachses — aus einleuchtenden und im Vorstehenden schon angedeuteten Gründen — bei verschiedenen Holzarten.

So erlangen namentlich die im reinen gleichalterigen Hochwalde erwachsenen Kiefern und Lärchen im höheren Alter durch die natürliche Bestandeslichtung so erhebliche Kronenfreiheit, daß eine weitere künstliche Lichtung kaum mehr eine beträchtliche Zuwachssteigerung erzielen kann, um so weniger als hier mit der Lichtstellung häufig eine Verschlechterung der Bodenzustände durch die Bodenentblößung verbunden ist. Erst von dem Zeitpunkt an, wo sich Bodenschutzholz gebildet und damit das Gleichgewicht der Kräfte im Boden wieder hergestellt hat, kann hier eine erhebliche Zuwachssteigerung beobachtet werden.*

Bei der Tanne, Buche oder Fichte dagegen, welche bis zur Lichtstellung im vollen Bestandesschlusse bleiben, vielleicht sogar etwas bedrängt oder unterdrückt waren, äußert sich die Wirkung des erhöhten Lichtgenusses oft schon im ersten Jahre durch eine um das Doppelte bis 10 fache gesteigerte Jahrringbreite.

Dieses verschiedene Verhalten der Licht- und Schattholzarten läßt sich vielleicht schon genügend damit erklären, daß bei letzteren ein geringerer absoluter Grad von Lichtung genügt und daß daher die Bodenzustände weniger der Verschlechterung ausgesetzt sind; sowie ferner, daß die Schattholzarten unter den gewöhnlichen Schlußverhältnissen ein geringeres absolutes Maß von Licht genießen, dessen relative Steigerung durch die Lichtung daher eine erhöhte Wirkung ausüben muß.

Jedenfalls wird durch das verschiedene Maß des Lichtungserfolges d. h. durch die verschiedene Größe des Lichtungszuwachses bei Licht- und Schattholzarten die Richtigkeit des Satzes nicht erschüttert, daß auch im Lichtstande „die Wachsthumsgesetze im Großen und Ganzen" bei allen Holzarten dieselben sind, und daß nur accessorische Momente die summarischen Wachsthumseffekte zu modifiziren geeignet sind.*

Dieser Satz läßt sich mit Rücksicht auf das Verhalten der bis jetzt genauer untersuchten Holzarten dahin erweitern, daß unter sonst gleichen Verhältnissen (Standort, Alter) die Größe des Lichtungszuwachses umgekehrt proportional ist dem Lichtbedürfniß der Holzarten.

5) Ursachen des Lichtungszuwachses.

Ueber die Ursachen des Lichtungszuwachses sind verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Th. Hartig hält nicht die durch die Freistellung vermehrte Blattmenge für den Grund der Zuwachssteigerung, sondern führt letztere auf die Verwendung der im Stamme während des Bestandesschlusses angesammelten Bildungsstoffe zurück. Nördlinger dagegen bringt die Zuwachssteigerung geradezu in ursächlichen Zusammenhang mit der Blattmasse, wobei er jedoch betont, daß nicht sowohl sofort die vermehrte Blattmenge als vielmehr die erhöhte Blattthätigkeit mit momentan gesteigerter Bodenthätigkeit den stärkeren Zuwachs hervorbringe.

Die richtigste Erklärung für die Erscheinung des Lichtungszuwachses dürfte aus der Verbindung dieser beiden Ansichten sich ergeben, indem sowohl die Verwendung aufgespeicherter Bildungsstoffe oder Reservestoffe** und erhöhte Assimilationsthätigkeit in den vor-

---

* Es sollten daher Lichtungs- und Unterbaubetrieb stets möglichst Hand in Hand gehen. „Der Lichtungshieb setzt die Gegenwart eines Bodenschutz- oder eines nachwüchsigen Füll-Bestandes voraus; es sei denn, daß es sich um vortreffliche Böden handelt . . . ." Gayer, Waldbau, S. 662.

* Borggreve, Forstl. Blätter, 1877, S. 211 u. ff.

** Die Verwendung von Reservestoffen wird vielfach bezweifelt und bestritten. Dieser Streit läßt sich nicht entscheiden, so lange eine Menge Fragen über Bildung, Wanderung und Verwendung von Reservestoffen als offene betrachtet werden müssen. Jedenfalls aber steht soviel fest, daß in den Parenchym-Geweben des Holzes ebenso Reservestoffe aufgespeichert werden wie in den Wurzeln (Knollen und Zwiebeln) der perennirenden Pflanzen. Und wie hier aus den Reservestoffen im nächsten Jahre die Pflanze sich neu aufbaut, so beruht auch bei den Holzgewächsen — wenn auch nicht das vollständige Dickenwachsthum, so doch — die Frühjahrsthätigkeit des Baumes und im Wesentlichen die Bildung der neuen Triebe (namentlich des Gipfeltriebes) und der Blätter fast ausschließlich auf der Verwendung von Reservestoffen. Alle Veränderungen im Baumkörper vor Beginn der Assimilationsthätigkeit als: die Ausbildung von Blüthenknospen (bei Erlen u. s. w.), die Entwickelung der Wurzelspitzen, das Schwellen der Knospen wie überhaupt der Beginn der kambialen Thätigkeit muß der Verwendung von Reservestoffen zugeschrieben werden. Die Menge der aufgespeicherten Reservestoffe würde genügen den ganzen Jahreszuwachs zu bilden. So betragen bei einer 30jährigen Holzpflanze die Reservestoffe 7—8 % des ganzen Gewichtes. Ferner liefern die Stockausschläge einiger Holzarten einen Beweis für die Menge der Reservestoffe und die in gewissen Zwischenräumen wiederkehrenden Samenjahre anderer Holzarten einen Beweis für die Dauer der Aufspeicherung.

Nun steht ferner fest, daß eine Verminderung der Lichtwirkung die Verwendung von Reservestoffen beschränkt; man wird daher annehmen müssen, daß eine Steigerung der Licht-

handenen Blättern (Nadeln) im Zusammenwirken mit energischen Produktionsprozessen in den neugebildeten Organen den Lichtungszuwachs bedingen.

Von geringerer Bedeutung erscheint hier, daß durch den ungehinderten Zutritt der Atmosphärilien zum Boden der Zersetzungsprozeß dortselbst begünstigt und eine lebhaftere Wurzelthätigkeit angeregt wird.

Die eigentliche physiologische Ursache des Lichtungszuwachses ist in dem Einflusse der direkten Besonnung auf die Stärkebildung im Pflanzenkörper zu suchen. Die Intensität der Thätigkeit in den Assimilationsorganen ist von der Helligkeit der einfallenden Lichtstrahlen abhängig; denn nur Licht von bestimmter Wellenlänge bewirkt die Zersetzung der Kohlensäure. Der Assimilationsprozeß und damit die Wachsthumsleistung des unteren Theiles der Baumkrone ist im Bestandesschlusse, weil nur diffuses Licht genießend, eine sehr geringe. Viele Organe im unteren Kronentheile, welche während des Bestandesschlusses unthätig waren und vielleicht sogar auf Kosten des oberen Kronentheiles sich erhielten, greifen nach der Lichtung selbstthätig wieder in den Weiterbau des Baumes ein.

Außer der gesteigerten Assimilationsthätigkeit der Blätter, welche bei den wintergrünen Nadelhölzern in Folge der Lichtung auch in den älteren Nadeln eintritt, kommt die vermehrte Neubildung in Betracht. Daß bei den Nadelhölzern die erhebliche Vermehrung der Blattfläche des ersten Jahrestriebes nach der Lichtstellung gegenüber der Gesammtblattfläche, welche durch die älteren Nadeln gebildet wird, für den Gesammtzuwachs erheblich in das Gewicht fallen kann, mag aus der Erwägung hervorgehen, daß wohl kein physiologischer Grund vorliegt, weßhalb die schwachen Knospen des Dunkelstandes sich nicht im Lichtstande statt zu schwachen zu starken Trieben entwickeln sollten.* Denn umgekehrt können beispielsweise die starken Knospen verpflanzter Holzgewächse unter der Ungunst veränderter Wachsthumsverhältnisse sich zu dürftigen Trieben entwickeln.

6) Dauer des Lichtungszuwachses.

Der Lichtungszuwachs dauert so lange an, bis die lichtgestellten Stämme wieder in Schluß treten oder der Bodenzustand — etwa durch fortgesetzte Lichtung — sich in einer Weise verschlechtert, daß die günstige Wirkung — und in weiterer Folge hiervon eine Vermehrung der Blattmasse — wie eine gesteigerte Vegetationsthätigkeit überhaupt so auch eine gesteigerte Verwendung von Reservestoffen an den licht gestellten Bäumen zur Folge haben müsse.

* König, Ueber Lichtungszuwachs insbesondere der Buche, S. 7: „Die Durchlichtung hat die kräftigere Entwickelung der Langtriebe, die Ausbildung der ohne die Lichtung zur Verkümmerung verurtheilten Knospen zu Kurztrieben, der Kurztriebe zu Langtrieben zur alsbaldigen Folge".

kung erhöhten Lichtgenusses in der Krone durch den Rückgang der Wurzelthätigkeit aufgehoben wird.

Eine unverkennbare Steigerung des Lichtungszuwachses tritt ein — wenigstens bei den Lichtholzarten — mit der Entstehung von Bodenschutzholz auf dem vordem nur mit den Lichtstandshölzern bestandenen Boden.* Bei den lichterwachsenen Kiefern und Lärchen pflegt häufig erst von diesem Zeitpunkt an der Zuwachs von praktischem Belange zu werden.

Alter und Standort äußern nicht so sehr auf Entstehung und Dauer des Lichtungszuwachses als auf dessen Größe erheblichen Einfluß. Soferne daher Stämme nicht bereits sehr rückgängig sind, zeigen sie auch bei Lichtstellung im hohen Alter noch gesteigerten Zuwachs.** Da aber der Baum wie jedes organische Wesen eine natürliche Lebensgrenze erreicht, so können dieser Grenze nahestehende Individuen durch die Lichtstellung eine Zuwachssteigerung nicht mehr oder wenigstens nur auf sehr kurze Dauer hervorbringen. Ueberdies ist zumeist der Gesundheitszustand solcher Stämme ein ungünstiger, und wenn auch die Erkrankung auf den Holzkörper beschränkt ist, so wird dadurch doch die Wasserleitung im Stamm unterbrochen und erschwert. Wenn aber die Erkrankung auf den Wurzelkörper sich ausdehnt oder dort ihren Sitz hat, so ist eine am unteren Stammende oder Stocke häufig erscheinende Zuwachssteigerung seltensten Falles als Lichtungszuwachs anzusehen, sondern wie der Wurzelanlauf und sonstige Stockanschwellungen mit einer Anstauung der abwärts wandernden Bildungsstoffe u. s. w. zu erklären.

Stämme, welche das Alter des größten laufenden Zuwachses noch nicht erreicht haben, zeigen ebenso wie Stämme, welche dieses Alter überschritten haben, eine Zuwachssteigerung in Folge der Lichtung, wie dies zweifellos aus dem Verlaufe der Zuwachskurven hervorgeht. (S. unten).

Praktisch kommen indeß Stämme unter dem Alter des Maximums des laufenden Zuwachses nur selten, und Stämme mit einem erheblich höheren Alter als die übliche Umtriebszeit und daher mit bereits mehr oder minder stark sinkendem durchschnittlichen Zuwachs wohl nur beim Ueberhaltbetriebe in Betracht. Im Uebrigen erscheint derartiges Material — wie auch kranke oder sehr starke Stämme — schon durch die Ziele des Lichtungsbetriebes, die Erziehung von Nutzhölzern, ausgeschlossen. Dieser betrifft vorzugsweise die angehend

* Es liegen hierüber spezielle vergleichende Untersuchungen vor, welche in Eichen- und Kiefernbeständen mit und ohne Unterbau angestellt wurden.

** Als Beispiele hierfür aus dem Untersuchungsmaterial dient eine Fichte (Nr. 71) mit 165, eine Kiefer (Nr. 31) mit 160 und eine Tanne (Nr. 70) mit 220 Jahren.

haubaren und haubaren Altersklassen. Hier aber spielt bezüglich der Dauer des Lichtungszuwachses das Alter keine sehr erhebliche Rolle.

Viel wichtiger als das Alter des Stammes ist für die Bildung von Lichtungszuwachs wie für die Dauer desselben die Kronenentwickelung. Stämme, welche lange Zeit im Druck gestanden haben, vermögen häufig ihre dürftige Krone kaum mehr den Lichtstandsverhältnissen entsprechend zu ergänzen und erweisen sich ebensowenig geeignet für den Lichtwuchsbetrieb wie übermäßig stark bekronte oder sehr alte und kranke Stämme.*

Bestimmte Anhaltspunkte über die günstigste Zeit der Lichtung ergeben sich aus der Vergleichung des den verschiedenen Altersklassen angehörenden Untersuchungsmateriales, wonach als unterste Grenze für die Lichtstellung jedenfalls der Abschluß des Hauptlängenwachsthums abzuwarten ist, während als physiologisches und wirthschaftliches Optimum der Zeitpunkt des größten jährlichen Durchschnittszuwachses anzunehmen ist. Den Stämmen bereits in der 25—35 jährigen Wachsthumsperiode freie Kronenentwickelung zu gewähren, wie Wagener empfiehlt, erscheint bedenklich, weil hierbei der qualitativen Weiterentwickelung zu wenig Rechnung getragen wird.

7) Bedeutung des Lichtungszuwachses.

a) Bisherige wirthschaftliche Bedeutung des Lichtungszuwachses.

Obwohl die Existenz des Lichtungszuwachses nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen einem begründeten Zweifel nicht mehr unterliegen kann, so waren doch bis in die jüngste Zeit die Ansichten über die wirthschaftliche Bedeutung desselben sehr getheilte, und die vielfachen über den Gegenstand erschienenen Veröffentlichungen haben beim forstlichen Publikum im Allgemeinen wenig Beachtung und in der forstlichen Praxis bis auf die neuere Zeit kaum in größerem Maßstabe Verwerthung gefunden. Bei manchen Betriebsformen, welche Lichtungszuwachs ergeben, bildet dieser nicht ein klar vorliegendes Wirthschaftsziel, sondern er wird als eine zwar erwünschte aber unsichere und unberechenbare Zugabe betrachtet. Diese Erscheinung erklärt sich wohl hinreichend mit der Schwierigkeit der Materie, welche der Gegenstand nicht so sehr dem Forscher als dem Wirthschafter darbietet, welch' letzterer den Forschungsergebnissen sich mit Ueberzeugung anschließen soll. Nun gibt es aber kaum ein forstliches Untersuchungsfeld, wo die Beziehungen von Ursache und Wirkung inniger verwachsen sind, wo das Gesetzmäßige und das Zufällige schwieriger auseinander zu halten, und wo die Nichtbeachtung des Einflusses der Individualität zu schwereren Irrthümern führen könnte, als gerade bei Untersuchungen über den Lichtungszuwachs. So schwierig daher für den Praktiker die Prüfung der dargebotenen Forschungsergebnisse ist, ebenso mühselig erscheint ihm der Weg eigener Untersuchung. Er gründet daher seine Beurtheilung der Zuwachsverhältnisse zumeist auf die Betrachtung des Stockabschnittes. Dieser aber gewährt nur sehr unzuverlässigen Anhalt und verleitet zu allzugünstigen Schlüssen über die Größe des Zuwachses. Wenn den hierauf gegründeten Erwartungen die Erfolge der Lichtung nicht zu entsprechen vermögen, so erscheint häufig die wirthschaftliche Bedeutung des Lichtungszuwachses überhaupt in Zweifel gestellt. Daher mag es kommen, daß bis jetzt nur wenige entschieden ausgeprägte Betriebsformen mit direkter Unterstellung des Lichtungszuwachses in der Praxis mehr oder minder Eingang gefunden haben, nämlich:

1) Seebach's Lichtungsbetrieb oder modifizirter Buchenhochwaldbetrieb,*
2) Burckhardt's zweialteriger Hochwald,**
3) Homburg'sche Nutzholzwirthschaft, (Nutzholzwirthschaft im geregelten Hochwaldbetriebe),***
4) Wagener's Lichtwuchsbetrieb.†

Mit der zunehmenden Ausdehnung der natürlichen Verjüngungsweise der Bestände hat indeß neben den zahlreichen anderen Vortheilen auch der hierbei sich ergebende Lichtungszuwachs mehr und mehr Anerkennung und Würdigung gefunden. Besonders haben die gegen alles Erwarten und alle Berechnung hohen Nachhiebserträge bei natürlicher Verjüngung sowie die günstige Entwickelung zahlreicher während der letzten Jahrzehnte durchlichteter und unterbauter vordem geringwüchsiger Kiefern- und Eichenbestände der Mittelholz- und angehend haubaren Klasse die Vorurtheile über den Lichtungszuwachs zerstreut und die Ueberzeugung von dessen wirthschaftlicher Bedeutung mehr und mehr verbreitet.

Es ist ein großes Verdienst G. Wagener's, auf die Bedeutung des Lichtungszuwachses hingewiesen, zu Versuchen über Lichtungszuwachs angeeifert und die Ein-

* Wenn trotzdem einzelne solcher für den Lichtungsbetrieb offenbar ungeeigneter Stämme zu den Untersuchungen herangezogen wurden, so geschah dies, um auch das Verhalten solcher Stämme kennen zu lernen und die Grenzen ausfindig zu machen, innerhalb welcher auf Lichtungszuwachs gerechnet werden kann

* Burckhardt, Säen und Pflanzen, 5. Aufl., S. 132. — Gayer, Waldbau, 1. Aufl., I. S. 275, II. S. 664. — Kraft, Aus dem Walde, VII., S. 98.

** Burckhardt, Säen und Pflanzen, 5. Aufl., S. 133. — Beling, Forstl. Blätter, 1874, S. 148.

*** Gayer, Waldbau, II., S. 595 u. 664. — Homburg, Nutzholzwirthschaft im geregelten Hochwald-Ueberhaltbetrieb, 1878; ferner Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg., 1879, S. 175 u. 1881, S. 375; Forstwissenschaftl. Zentralblatt, 1884, S. 209.

† Wagener, Waldbau, S. 246: Fortbildung des Waldbaues, Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg. 1887, S. 7, 145, 263.

führung von Lichtwuchsbetriebsformen nachdrücklichst empfohlen zu haben.

Wagener überweist der deutschen Holzzucht behufs Erfüllung ihres ökonomischen Prinzipes die Aufgabe, „Forstprodukte, welche nach Form und technischen Eigenschaften im Vollgenusse der Gebrauchsfähigkeit und Marktgängigkeit stehen, nachhaltig mit dem erreichbar geringsten Kostenaufwand zu liefern.“ Er erblickt in dem Lichtungszuwachse geradezu „die Anpassung der Waldwirthschaft an die Naturgesetze der Ernährung und des Wachsthumes, die Verwirklichung des ökonomischen, den höchsten Reinertrag erstrebenden Grundgesetzes, die Zukunftsform des Hochwaldbetriebes.“ *

Andere wollen dem Lichtwuchsbetriebe diese weitgehende Bedeutung nicht beimessen und verurtheilen rückhaltslos den von G. Wagener in den Kastell'schen Waldungen eingeführten Betrieb. Sie wollen in dem „in neuer Zeit mit Vorliebe empfohlenen und in seinen Leistungen längst nicht zureichend erprobten Lichtungszuwachse nur eines der vielen Mittel erblicken, über welche der Waldbau verfügt zur Erfüllung seiner Aufgabe, der Erziehung von möglichst viel vorzüglichen Nutzholzstämmen.“ **

Soviel aus dem Widerstreit der Meinungen bis jetzt zu entnehmen, ist eine allgemeine Einführung des Lichtwuchsbetriebes im Wagener'schen Sinne nicht abzusehen. Die Forderungen und Erwartungen Wagener's vom Lichtstandszuwachs erscheinen zu hoch gestellt und durch die Erfolge der eigenen Betriebsführung nicht genügend gerechtfertigt. Trotzdem werden die von Wagener gegebenen Anregungen nicht ohne günstige Folgen für die forstliche Praxis bleiben und wenigstens zur weiteren Verbreitung von Lichtungsbetriebsformen Anlaß geben. ***

b) Finanzielle Bedeutung des Lichtungszuwachses.

Die Ausbeute an sogen. Starkhölzern † ist bekanntlich beim gleichalterigen Hochwaldbetriebe und bei den bisher üblichen Umtriebszeiten eine verhältnißmäßig geringe, zumal das Alter der heute zu Markt gebrachten Starkhölzer meist erheblich höher ist als die angenommenen Umtriebszeiten.

So ist die mittlere Grundstärke bei Fichte II. Bonität mit 120 Jahren nach v. Baur nur 31 cm, die Gesammtzahl ist pro Hektar 720, davon werden etwa 40% oder 288 Stämme die Grundstärke des Mittelstammes oder 31 cm erreichen oder übertreffen. Jener Mittelstamm wird bei einer Formzahl von 0,478 und einer Scheitelhöhe von 26—28 m kaum noch in die III. Nutzholzklasse eingereiht werden können, so daß also die drei obersten Nutzholzklassen höchstens 288 Stämme pro Hektar umfassen, wovon nach sehr günstigen Durchschnitten

15 % oder 43 Stämme auf die I. Klasse
30 % „ 86 „ „ „ II. „
55 % „ 159 „ „ „ III. „

entfallen können.

Die Mittelstärke bei der Föhre ist mit 120 Jahren auf mittlerer (III.) Bonität nach Weise ebenfalls nur 31 cm bei 1,3 m vom Boden. Die Gesammtstammzahl ist hier pro Hektar nur 464, so daß etwa 186 Stämme mit einem Brustdurchmesser von 31 cm und darüber angenommen werden können. Der Mittelstamm von 31 cm Grundstärke ist bei einer Formzahl von 0,457 und einer Höhe von 24 m häufig nicht mehr in die III. Nutzholzklasse zu rechnen. Selbst angenommen, daß sämmtliche Stämme mit 31 cm Grundstärke in die III. Nutzholzklasse kämen, so würden jene 186 Stämme nach ebenfalls sehr günstigen Voraussetzungen sich auf die drei obersten Klassen vertheilen wie folgt

15 % oder 28 Stämme I Klasse
30 % „ 56 „ II. „
55 % „ 102 „ III. „

Nicht minder ungünstig stellt sich die Ausbeute an Starkhölzern bei der Tanne. Sie erreicht mit 120 Jahren nach Lorey auf II. Bonität eine mittlere Grundstärke von nicht ganz 39 cm, so daß von 500 Stämmen pro Hektar nur etwa 200 Stämme den drei obersten Nutzholzklassen zufallen.

Die Buche endlich erreicht mit 120 Jahren auf mittlerer (III.) Bonität nach Baur nur eine mittlere Grundstärke von 27 cm.

Nach vorstehenden Betrachtungen erscheint die Produktion von Starkhölzern im reinen gleichalterigen, bis zum Ende der Umtriebszeit im Vollbestande erhaltenen Hochwalde sehr ungünstig, und es erscheint zweifelhaft, ob für die Folge bei dieser Betriebsform und mit Beibehaltung der bisherigen Umtriebszeiten (z. B. zu 120 Jahren) — trotz der schweren Opfer durch Aufspeicherung erheblicher Materialvorräthe mit geringem Zu-

* Wagener, Waldbau und seine Fortbildung, S. 247.

** Danckelmann, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1887, S. 335.

*** Lichtwuchs- oder Lichtstands-Betrieb bezeichnet eine frühzeitig (im 25—35jähr. Alter) erfolgende Durchlichtung der Bestände, dagegen Lichtungsbetrieb eine in älteren (angehend haubaren und haubaren) Beständen stattfindende, der natürlichen Stammzahlverminderung vorgreifende wirthschaftliche Maßnahme. Der Lichtungshieb ist somit eine „potenzirte Durchforstung“ ohne die Forderung ununterbrochener Bewahrung des Bestandesschlusses im Hauptbestande. (Gayer, Waldbau, S. 662).

† Als Starkhölzer möchten wir solche Hölzer bezeichnen, welche bei Unterstellung der in Deutschland üblichen 5 Nutzholzklassen wenigstens den drei obersten Klassen angehören, mithin mindestens 1 fm Inhalt und bei 15 m Länge 18 cm Zopfstärke oder Ablaß (in Baden [Schwarzwald] bei 16 m Länge 17 cm Ablaß) besitzen.

wachse und großem Abgang an Dürr- und Faulhölzern u. s. w. — die verlangten Nutzhölzer erzogen werden können.

Wie man sich auch gegenüber der exakten Rechnungsweise der forstlichen Reinertragslehre stellen möge, man wird sich doch wohl für die Dauer der Anerkennung des ersten und wichtigsten Grundsatzes jedes wirthschaftlichen Betriebes nicht verschließen können, daß in dem Produkte die aufgewendeten Kosten ersetzt werden müssen. Es ist einleuchtend, daß dieser Forderung bei obiger Erziehungsweise der Starkhölzer nur genügt werden könnte, wenn dieselben zu bedeutend höheren Preisen abgesetzt würden, als zur Zeit geschieht und voraussichtlich jemals geschehen wird.

Es ist ein oft wiederholter und oft widerlegter Vorwurf, welcher erwähnter Lehre gemacht wird, daß sie mit der Forderung vollen Ersatzes für die im Betriebe aufgewendeten Kosten oder einer entsprechenden Verzinsung der Produktionskapitalien zu Umtriebszeiten führe, bei welchen die Bedürfnisse des Marktes zu wenig berücksichtigt, der Bedarf an Starkhölzern nicht mehr gedeckt und die waldbaulichen Rücksichten auf Wiederverjüngung außer Acht blieben. Richtiger wird man die Konsequenzen jener Forderung dahin deuten, daß manche bisher übliche Betriebsform als unwirthschaftlich und unrentabel verlassen werden müsse, daß namentlich die Erziehung der Bestände im reinen gleichalterigen Hochwalde finanziell ungenügende Resultate ergebe, daß die nothwendigen Starkhölzer entweder zu höheren, die Produktionskosten deckenden Preisen abgesetzt oder billiger, beziehungsweise in kürzerer Zeit erzogen werden müssen.

So gerechtfertigt die Forderung erscheint, daß die Konsumenten von Starkhölzern in dem Preise die auf die Erziehung erwachsenen Kosten dem Wirthschafter zurückerstatten, und so wenig volkswirthschaftliche Interessen dabei gefährdet werden, indem das allgemeine Volkseinkommen dabei nur gewinnen könnte, so liegt doch die Erfüllung dieser Forderung außerhalb der Machtsphäre des Wirthschafters, denn die Holzpreise lassen sich nicht von diesem festsetzen, sondern bilden sich wie alle Preise durch die Konkurrenz oder durch das Verhältniß von Angebot und Nachfrage.

Aufgabe des Wirthschafters kann daher nur sein, Starkhölzer von entsprechenden Eigenschaften möglichst billig oder in möglichst kurzer Zeit zu erziehen. Daß hierzu die Benutzung des Lichtungszuwachses in einem rationellen Lichtungsbetriebe vorzügliche Dienste leiste, wird aus der unten folgenden Betrachtung des untersuchten Materiales hervorgehen.

Als offenkundiger finanzieller Effekt des Lichtungsbetriebes ist es anzusehen, daß hierbei das fixe Kapital des Holzvorrathes zum Theil gewissermassen in eine flüssigere Gestalt gebracht werden kann. Das Material der Lichtungshiebe gewährt in seinem Geldertrage jedenfalls eine höhere Verzinsung, als dasselbe bei Belassung in dem mehr oder minder zuwachsarmen Vollbestande ergeben würde. Wird die Lichtung auf 0,2—0,3 und nicht über 0,5 (Vollbestand) der Vollbestandsmasse ausgedehnt, so läßt sich nachweisen,* daß die Massenerzeugung auf der gelichteten Fläche der Massenproduktion des Vollbestandes wenigstens gleichkommt, wenn nicht dieselbe übertrifft, so daß durch die Lichtung trotz einer — im übrigen unbedenklichen — Verminderung des Holzvorrathes auf einer bestimmten Fläche die jährliche Zuwachsgröße des Waldes nicht vermindert wird.

Die finanzielle Bedeutung des Lichtungszuwachses läßt sich also kurz zusammenfassen:

1) Durch Benutzung des Lichtungszuwachses können Starkhölzer in kürzerer Zeit und daher billiger erzogen werden;
2) an Stelle des Vollbestandes mit geringem, jedenfalls abnehmendem Zuwachse werden bei den auf Gewinnung von Lichtungszuwachs gerichteten Betriebsformen drei werbende Faktoren eingeführt, nämlich:
    a) Der Erlös aus dem Lichthiebsmaterial, welcher in eine Jahresrente zu dem landesüblichen Zinsfuß verwandelt werden kann;
    b) das eigentliche Lichtstandsmaterial,** dessen Zuwachsleistungen pro Flächeneinheit dem Zuwachs des Vollbestandes wenigstens gleichkommen, häufig jenen sogar übertreffen kann,
    c) der unter dem Lichtstand natürlich oder künstlich begründete junge Bestand, dessen Zuwachs allein der Zuwachsleistung des Vollbestandes gleichkommen kann.

Mit dem Gesagten steht es nicht im Widerspruch, wenn in Rücksicht auf den neu begründeten Bestand das Lichtstandsmaterial allmählig so vermindert wird, daß von ihm die Zuwachsleistung des Vollbestandes nicht mehr erwartet werden kann. Von diesem Zeitpunkt an bis zur vollständigen Räumung des Lichtstandsmateriales sind die Zuwachsverhältnisse auf der Lichtungsfläche jedenfalls immer noch günstiger als in irgend einem vergleichsfähigen Stadium beim Kahlschlagbetriebe.

* Th. Hartig, Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche, 1847, S. 137. — Borggreve, Forstliche Blätter, 1877, S. 220; 1883, S. 53. — Holzzucht, S. 20 bis 22. — Wagener, Der Waldbau, S. 208. — Kraft, Beiträge zur forstl. Zuwachsrechnung, S. 99 u. ff., 128. — König, Lichtungszuwachs, insbesondere der Buche, S. 13.

** Der Ausdruck Lichtstandsmaterial für das nach der Lichtung (— im Lichtstande —) verbliebene Material, an welcher der Lichtungszuwachs erfolgen soll, ist hier wohl zulässig, da mit Lichtungsmaterial das Ergebniß des Lichtungshiebes, d. h. die genutzte Holzmasse verstanden wird.

c) Waldbauliche Bedeutung des Lichtungszuwachses.

Die im gleichalterigen Hochwalde eingehaltenen Umtriebszeiten (z. B. bei der Fichte von 120 Jahren) nehmen auf den günstigsten Zeitpunkt der natürlichen Verjüngung zu wenig Rücksicht, indem namentlich beim Kahlschlagbetrieb der Angriff des Bestandes in eine Zeit hinausgerückt wird, wo die Samenproduktion bereits selten oder spärlich geworden ist und der Bodenzustand bei der unvermeidlichen Verlichtung des Bestandes bis zu einem Grade sich verschlechtert hat, daß das Mißlingen einer beabsichtigten natürlichen Verjüngung die Regel und ein Gelingen derselben nur eine zufälligen Umständen oder künstlichen Eingriffen (durch Bodenbearbeitung) zu dankende Ausnahme bildet.

Die Sorge für Erhaltung der Bodenkraft drängt hier zu einer ängstlichen Erhaltung des Bestandesschlusses und zur Beschränkung der Durchforstungen im höheren Alter auf unterdrücktes und rückgängiges Material, dessen Herausnahme für die Weiterentwickelung des verbleibenden Bestandes ohne jeden fördernden Einfluß ist und dem zunehmenden Rückgange der Wachsthumsleistung keinen Einhalt zu thun vermag.

Bei Einführung eines rationellen Lichtungsbetriebes würde beispielsweise ein im 100jähr. Umtriebe bewirthschafteter Fichtenbestand bereits im 70. oder 80. Jahre in der Weise in Angriff genommen, daß zunächst alle bei den letzten Durchforstungen noch verschonten kranken, schlecht bekronten, rauhschaftigen, abfälligen, kurz alle zu Nutzholz untüchtigen Stämme herausgenommen würden. Die damit erfolgte Durchlichtung des Bestandes dürfte vielfach schon genügen, um die um jene Zeit (mit 70—80 Jahren) ohnehin noch reichlich sich einstellende Samenproduktion noch weiter anzuregen und eine ergiebige Besamung auf den mehr oder minder gelichteten Stellen zu ergeben.

Nach Maßgabe des Bedürfnisses der meist horstweise sich bildenden Anwüchse und ohne ängstliche Sorge um gleichmäßige Vertheilung des Lichtstandsmaterials über der Fläche würde die weitere Lichtung des Bestandes nach den bisherigen Grundsätzen mit jeweiliger Belassung der Stämme mit vollkommenster Schaft- und Kronenentwickelung fortgesetzt, bis endlich im 100jähr. Alter oder am Ende der Umtriebszeit der Rest des Bestandes zur Nutzung gelangt. Daß diese 100jähr., 20—30 Jahre im Lichtstande befindlichen Stämme eine größere Ausbeute an Starknutzhölzern ergeben werden, als der bis zum 100. Jahre im Schluß erhaltene Bestand, wird keinem ernstlichen Zweifel unterliegen können.

Die natürliche Verjüngung wird hierbei wohl ohne jede künstliche Beihülfe durchgeführt, und statt der Kahlfläche ist am Ende der Umtriebszeit ein durchschnittlich 15jähr. Jungwuchs vorhanden. Daß dieser bei der Fällung und Ausbringung des starken Lichtstandsmaterials vielfach beschädigt wird, ist unvermeidlich, aber auch unbedenklich, wie aus zahlreichen Beweisen der Praxis hervorgeht.

Die Verjüngungsperiode bildet hier für den Boden kein schwieriges Uebergangsstadium, während dieselbe bei dem üblichen Hochwaldbetriebe mit mehrjährigem Bloßliegen des Bodens auf der Kahlfläche ein von Umtriebszeit zu Umtriebszeit stufenweise erfolgendes Sinken der Bodenkraft bedeutet.

Noch gesicherter als bei der Fichte kann der Erfolg eines solchen oder ähnlichen Verfahrens bei der Tanne und Buche betrachtet werden.

Es ist nicht zu verkennen, daß der Lichtungsbetrieb bei Schattholzarten sich an den Femelschlagbetrieb anzupassen hat.

Für den Femelschlagbetrieb ist es charakteristisch, daß keine gleichmäßige Durchlichtung des Bestandes, sondern eine Durchlöcherung desselben stattfindet und zwar nach Maßgabe etwa vorhandener Vorwüchse; ferner, daß die Nutzung des Altbestandes sich vor Allem nach den Bedürfnissen des Anwuchses zu richten hat. Der Lichtungszuwachs, der sich hier im Altbestande ergibt, ist kein klar vorliegendes Wirthschaftsziel, sondern eine willkommene Beigabe.

Beim Lichtungsbetriebe dagegen ist die Gewinnung von Lichtungszuwachs im Altbestande das Hauptziel der Wirthschaft, dem sich die Erziehung von natürlichem Anwuchs — zunächst als Bodenschutzholz — unterordnet. Eine gleichmäßige Durchlichtung des Bestandes wird man wenigstens bei Schattholzarten nicht fordern; denn eine solche Forderung widerspricht der Natur der Schattholzarten und dem Bedürfnisse des Unterstandes. Ein solcher Unterstand könnte überdies bei gleichmäßiger Durchlichtung des Bestandes nur durch künstlichen Unterbau hergestellt werden. Dieser ist aber sehr kostspielig und vermag die Aufgabe des Bodenschutzes keineswegs in so vollkommener Weise zu erfüllen wie ein natürlicher Anwuchs.

Die Umbildung des Femelschlagbetriebes in den Lichtungsbetrieb oder vielmehr die gegenseitige Anpassung dieser beiden Betriebsformen würde prinzipiell darin bestehen, daß die Hauptforderungen beider, die natürliche Verjüngung der Fläche und die Gewinnung von Lichtungszuwachs, in eine Linie gestellt würden. Um letzterer Forderung möglichst zu genügen, wird es allerdings nicht zu umgehen sein, Bestandestheile zu lichten, welche vom Standpunkt der natürlichen Verjüngung vorerst noch im Schluß zu verbleiben hätten. Wenn sich in weiterer Folge hiervon die Nothwendigkeit ergibt, solche Flächentheile künstlich in Bestockung zu bringen, so widerspricht

dies nicht dem Wesen des Femelschlagbetriebes, indem auch hier zur Ergänzung von Lücken, zur Erziehung von Mischwuchs stellenweise künstlicher Anbau Platz zu greifen hat.

Wenn sich zur Gewinnung des reichlich sich bildenden Lichtungszuwachses bei Schattholzarten dem Femelschlagbetriebe angepaßte Betriebsformen eignen, so entspricht den Lichtholzarten in reinen und gemischten Beständen ganz besonders der eigentliche typische Lichtungsbetrieb. Dieser scheint geradezu im Wesen jener Holzarten (Kiefer, Eiche, Lärche) zu liegen und nach ihren Ansprüchen an eine naturgemäße Erziehung geboten zu sein.

Die Thatsache, daß die gesuchtesten Kiefernnutzhölzer hauptsächlich aus Ueberhältern bestehen, und daß die werthvollsten älteren Lärchenbestände auf ihrem heimathlichen Standorte (in den Hochalpen) durch sehr lichten Stand sich auszeichnen, ferner die zahlreichen „Mißerfolge bei der Erziehung der Eiche im gleichalterigen Hochwald und ihr vorzügliches Gedeihen im Mittelwalde und in ungleichalterigen Hochwaldformen"* scheinen auf die große Bedeutung des räumigen und freiständigen Erwachsens dieser Holzarten im höheren Alter hinzuweisen.

Die natürliche Lichtstellung der Lichtholzarten in gleichalterigen reinen Beständen höheren Alters drängt auf vielen Standorten zum Unterbau. Die Sorge für die gedeihliche Entwickelung des letzteren zwingt wiederum zu einer der natürlichen Stammzahlverminderung vorgreifenden Auslichtung und führt damit zum eigentlichen Lichtungsbetrieb. So bedeutet dieser im besonderen für die Lichtholzarten eine durch deren Natur geforderte Maßnahme und für sämmtliche Holzarten ein Verlassen der starren und dem Naturwald völlig fremden Formen und die Einlenkung des Waldbaues in naturgemäßere Bahnen.

Die hier in kurzen Zügen angedeutete waldbauliche Bedeutung des Lichtungszuwachses im Zusammenhalt mit den finanziellen Vortheilen desselben läßt den Lichtungsbetrieb als vorzüglich berufen erscheinen zur Vermittelung der vielfach für unvereinbar gehaltenen Gegensätze des modernen Waldbaues und der forstlichen Reinertragslehre beizutragen und die nahe Verwandtschaft des inneren Wesens dieser beiden Lehren klar zu machen.

Die sicherste Begründung vorstehender Ausführungen würden allerdings die Ergebnisse der von der kgl. bayerischen forstlichen Versuchsanstalt eingeleiteten flächenweisen Lichtungszuwachs-Untersuchungen enthalten. Leider haben diese aber erst einen mäßigen Umfang gewonnen, so daß auf Besprechung derselben vorerst verzichtet werden muß.

* Gayer, Waldbau, 1. Aufl., S. 663.

Der nachfolgende besondere Theil wird sich daher nur mit den stammweisen Untersuchungen zu befassen haben. Diese erstrecken sich auf 106 Stämme (60 Fichten, 29 Kiefern und 17 Tannen), welche in 8 Forstämtern (drei Waldgebieten) des südlichen Bayern gefällt und analysirt wurden. Obwohl auch diese Untersuchungen noch keineswegs abgeschlossen sind, so ergeben sich daraus — bei der Zulässigkeit der Schlußfolgerung von einzelnen Stämmen auf eine größere Anzahl unter gleichartigen Verhältnissen erwachsener und gleichmäßig behandelter Stämme — werthvolle Aufschlüsse über das Wesen und die Bedeutung des Lichtungszuwachses und die Berechtigung des Lichtungsbetriebes und eröffnen neben der Bestätigung mehr oder minder feststehender Thatsachen und der Lösung einzelner streitiger Fragen verschiedene neue Gesichtspunkte.

Zu einer gründlichen Würdigung der Beziehungen des Lichtungszuwachses zum Standort, Alter, Bodenschutz u. s. w. schien das vorliegende Material allerdings noch ungenügend.

II. Lichtungszuwachs im Besonderen bei Fichte, Kiefer und Tanne.

Im Nachstehenden soll die Größe des Höhen-, Flächen- (bezw. Stärke-) und Massenzuwachses gelichteter Stämme unter gleichzeitiger Beachtung des Zuwachsganges behandelt werden. Im Anschluß hieran wird eine kurze Betrachtung der Lichtstandsformzahlen, der Qualität des Lichtungs-Zuwachses und des Zuwachs-Prozentes folgen.

1) Höhenzuwachs.

Durch das Erwachsen der Stämme im geschlossenen Bestande wird — im Gegensatz zu früheren Annahmen — das Längenwachsthum nicht begünstigt. Ein zu dichter Bestandesschluß beeinträchtigt vielmehr nicht bloß den Stärken-, sondern auch den Höhenzuwachs*, wenn auch letzteren in geringerem Maße. Der nachtheilige Einfluß eines zu dichten Schlusses auf den Höhenwuchs steigert sich bis zur gänzlichen Unterdrückung desselben bei überschirmten Stämmen.

Vergleicht man indeß Stämme von gleicher Grund- oder Mittenstärke, so sind die im Schluß erwachsenen stets höher als frei erwachsene**. Dies Verhältniß ändert sich aber, sobald man das Alter berücksichtigt, indem bei gleichem Alter die durchschnittliche Höhe frei erwachsener Stämme — z. B. in einer Pflanzung mit mittlerem Verband — größer ist als die durchschnittliche

* Guttenberg, Oesterr. Vierteljahrsschrift für Forstwesen, 1885, S. 103.

** Wagener, Allgem. Forst- und Jagd-Ztg., Supplement X., S. 47 u. ff.

Höhe im dichten Schluß erwachsener Stämme, z. B. in einer Saat oder natürlichen Verjüngung. Wird aber die durchschnittliche Höhe der Stämme eines Pflanzbestandes nicht mit der durchschnittlichen Höhe der viel größeren Gesammtstammzahl eines aus Saat oder natürlicher Verjüngung hervorgegangenen Bestandes verglichen, sondern nur mit der gleichen Zahl von Stämmen aus den oberen Klassen des letzteren Bestandes, so ergeben sich ungefähr die gleichen mittleren Höhen*.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß der Bestandesschluß auf die Gesammt-Höhenentwickelung nur unter extremen Verhältnissen einen erheblichen Einfluß äußert. Der Höhenwuchs erscheint daher wesentlich als eine Funktion des Standortes, insbesondere der Tiefgründigkeit und Frische des Bodens und dient deßhalb vielfach (wenigstens bei der Fichte) als Anhalt für die Bonitierung. Ein solcher Maßstab für die Standortsgüte wird bei älteren Beständen ziemlich verlässig sein, während er bei jüngeren allerdings in Folge Verschiedenheit der Bestandes-Begründungsart, des Durchforstungs-Betriebes u. s. w. kleinere oder größere Fehler nicht ausschließt; denn je nach der Erziehungsweise der Bestände kann das Höhenwachsthum und namentlich der Eintritt des Haupt-Längenwachsthums bald beschleunigt, bald verzögert werden, wenn auch das Schlußergebniß — die Bestandeshöhe im Haubarkeitsalter — bei gleicher Standortsgüte die gleiche ist.

In Uebereinstimmung mit diesen allgemeinen Erörterungen stehen die Erscheinungen an dem Lichtstands-Materiale.

Fast bei sämmtlichen Stämmen war zur Zeit der Lichtstellung das Längenwachsthum im Fallen begriffen. Es kann nicht überraschen, wenn sich dieses Fallen nach der Lichtstellung bei 74 Stämmen ungestört fortsetzte, und es kann darin kein Beweis einer Beeinträchtigung des Höhenwuchses erblickt werden.

In mehreren Fällen ergab sich sogar in Folge der Lichtung — entsprechend der allgemeinen Zuwachssteigerung — auch ein gesteigerter Höhenzuwachs, wenn auch erst einige Jahre nach der Lichtung, nämlich

bei Fichte Nr. 9, vom 6 Jahre nach der Lichtung an
" " " 11, " 8. " " " " "
" " " 33, " 6. " " " " "
" " " 53, " 5. " " " " "
" " " 58, " 6. " " " " "
" " " 65, " 6. " " " " "
" " " 71, " 8. " " " " "
" " " 73, " 7. " " " " "
" " " 74, " 7. " " " " "
" " " 82, " 9. " " " " "
" " " 105, " 6. " " " " "

* Spezielle Untersuchungen hierüber sollen demnächst veröffentlicht werden.

bei Tanne Nr. 26, vom 8. Jahre nach der Lichtung an
" " " 43, " 4. " " " " "
" " " 103, " 5. " " " " "

Bei diesen Stämmen ist der periodische (10jährige) Höhenzuwachs nach der Lichtstellung größer als vor derselben.

Bei nachfolgenden Stämmen ergab sich eine Höhenzuwachs-Steigerung erst im 2. Dezennium nach der Lichtstellung und zwar bisweilen in auffallender Weise, nämlich

bei Fichte Nr. 16, vom 14. Jahre nach der Lichtstellung an
" " " 19, " 11. " " " " "
" " " 21, " 16. " " " " "
" " " 24, " 15. " " " " "
" " " 30, " 19. " " " " "
" " " 37, " 14. " " " " "
" " " 67, " 16. " " " " "
" " " 68, " 12. " " " " "
" " " 78, " 13. " " " " "
" " " 81, " 15. " " " " "
" " " 87, " 14. " " " " "
" " " 88, " 12. " " " " "
" " " 90, " 12. " " " " "
" " " 91, " 13. " " " " "
" Tanne " 76, " 13. " " " " "
" " " 83, " 15. " " " " "
" " " 85, " 14. " " " " "

Bei 32 Stämmen oder 30% ergab sich somit nach der Lichtstellung früher oder später eine Steigerung des Höhenzuwachses, welche auf die Lichtung zurückgeführt werden muß, da der Längenzuwachs vor der Lichtstellung bereits in Abnahme begriffen war. Dagegen kann bei den übrigen 74 Stämmen kaum ein merklicher Einfluß der Lichtung auf die Höhenentwickelung wahrgenommen werden. Da indeß bei manchen Stämmen nur eine 8—10jährige Lichtstandsdauer in Betracht kam, so ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß sich ein solcher Einfluß der Lichtung in Form einer Höhen-Zuwachssteigerung geltend gemacht hätte, wenn die Untersuchung in einem späteren Zeitpunkte des Lichtstandes wäre vorgenommen worden.

Am geringsten scheint durch die Lichtung die Höhenentwickelung bei der Fichte beeinflußt zu werden. Bei 26 Stämmen oder 43% zeigte sich zwar im Verlaufe des Lichtstandes eine geringe Steigerung des Höhenzuwachses, bei den übrigen 34 Stämmen oder 57% aber setzte sich die vor der Lichtstellung bereits begonnene Abnahme des Höhenzuwachses stetig fort.

Letztere Erscheinung zeigen auch sämmtliche Kiefern. Hier kann sogar nicht selten als Folge der Lichtung eine weitere Abwölbung und Konsolidirung der Krone beobachtet werden.

Bei der Tanne endlich zeigen 6 Stämme oder 35% eine bedeutende Höhen-Zuwachssteigerung in Folge der Lichtung. Letztere erscheint hier besonders geeignet, um

Versäumnisse im Höhenwuchse durch Ueberschirmung in der Jugend nachzuholen.

Nachstehende Uebersicht enthält die durchschnittlichen Höhen-Zuwachsgrößen vor und nach der Lichtstellung. In Anbetracht der Ungleichartigkeit des Untersuchungs-Materiales (der Verschiedenheit des Standortes, des Alters u. s. w.) kann der Werth dieser Durchschnittszahlen allerdings nicht sehr hoch angeschlagen werden; sie vermögen nur ein allgemeines Bild über die Höhenzuwachs-Verhältnisse zu geben. Zur Vergleichung dienen die (in Klammern angegebenen) Höhen-Zuwachsgrößen, welche sich — ohne Lichtung — für die entsprechenden Alter und Bonitäten nach den Normal-Ertragstafeln ergeben.

Holzart.	Durchschnitts-Alter z. Z. der Lichtstellung (Jahre)	Durchschnitts-Höhe z. Z. der Lichtstellung (m)	Durchschnittliche Länge der jährlichen Höhentriebe im 2. Dezennium vor der Lichtstellung (mm)	1. Dezennium vor der Lichtstellung (mm)	1. Dezennium nach der Lichtstellung (mm)	Bemerkungen.
Fichte	101	25	219	183	141	
			(200)	(180)	(100)	Baur, II. Bonität.
			(190)	(180)	(165)	Kunze, II./III. Bon.
Kiefer	85	21,6	219	179	96	
			(195)	(160)	(132)	Weise, II /III. Bon.
Tanne*	130	22,4	189	179	156	
			(190)	(150)	(90)	Lorey, II. Bon.

Zur Erklärung obiger Ergebnisse ist Folgendes zu bemerken. Im Bestandesschlusse gelangt eine Menge von Bildungsstoffen im Produktionsjahre nicht mehr zur Verwendung und wird in Form von Reservestoffen abgelagert. Nach R. Hartig wird der jährliche Höhentrieb aus solchen Reservestoffen gebildet und ist meist Ende Mai schon vollendet, während der Massenzuwachs von den Neubildungen d. h. den Assimilationsprodukten desselben Jahres abhängt und erst Ende August oder im September zum Abschluß kommt. Wenn sich also der jährliche Höhentrieb aus den Reservestoffen des Vorjahres bildet, so kann hier eine Wirkung der Lichtstellung im ersten Jahre um so weniger bemerkbar werden, als eben durch dieselbe eine gesteigerte Verwendung von Reservestoffen — weniger in dem unter kaum veränderten Verhältnissen stehenden Gipfel, als vielmehr — in dem durch die Lichtung dem freien Lichtgenuß ausgesetzten übrigen Theil der Krone vermittelt wird. Eine sofortige Steigerung des Höhenzuwachses nach der Lichtung könnte nur erfolgen, wenn etwa zufällige äußere Umstände, wie ungewöhnlich lange Vegetationszeit, nasse Jahreswitterung u. s. w. hinzutreten, welch' letztere namentlich das Höhenwachsthum, (die Bildung von Johannistrieben) — weniger das Stärkewachsthum — begünstigt.

Uebrigens ist schon hier — vorgreifend den Erörterungen über die Qualität des Zuwachses — zu erwähnen, daß bekanntlich abnorme Witterungserscheinungen bei frei- oder lichtgestellten Stämmen viel geringeren Einfluß äußern als bei Stämmen im Bestandesschlusse, wo solche Abnormitäten in der Jahrringbreite und im Höhentriebe deutlich zum Ausdruck gelangen**.

Die im Frei- oder Lichtstande produzirten Bildungsstoffe scheinen im selben Jahre vom Stamme ökonomisch zu seinem Aufbau verwendet zu werden. Auch der Höhentrieb dürfte im weiteren Verlaufe des Lichtwuchses nur aus der Produktion desselben Jahres gebildet werden. Der obere Theil der Krone (der Gipfel) lichtgestellter Stämme läßt kaum einen früheren Beginn der kambialen Thätigkeit wahrnehmen als der untere, da die ganze Krone gleichzeitig von der Frühlingssonne beschienen, somit gleichmäßig vom Lichte getroffen wird und die Wasserzuführung für alle Theile des Stammes sehr rasch erfolgt. Die Neubildungen vollziehen sich im ganzen Kronenkörper in der gleichen Weise, vielleicht überwiegt sogar im unteren Theile die Intensität der Thätigkeit in der ersten Zeit, indem bisher unthätige Organe in lebhafte Funktion treten (Entwickelung schlafender Knospen zu Klebästen).

Es ist daher kein Grund einzusehen, weßhalb unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Steigerung des Höhenzuwachses in den ersten Jahren nach der Lichtstellung erfolgen sollte. Erst nachdem die Krone sich den neuen Verhältnissen angepaßt hat, kann das Längenwachsthum eine Zunahme erfahren, wenn irgend sonstige Umstände, Alter des Baumes, Boden u. s. w. dies zulassen. Eine solche Zunahme wird um so bedeutender sein, je mehr der Stamm im Bestandesschluß durch Bedrängung

* Das hohe durchschnittliche Alter bei der Tanne und die verhältnißmäßig geringe Höhe erklärt sich damit, daß unter den untersuchten Stämmen sich mehrere befanden, welche in der Jugend viele Jahre im Druck gestanden waren.

** Kritische Blätter, Nördlinger, Band 47, S. 43.

oder Ueberschirmung (wie bei der Tanne) hinter der dem Standorte entsprechenden Höhe zurückgeblieben ist. Die erreichbare oberste Grenze des Höhenwuchses verschiebt sich im Uebrigen auch in Folge der Lichtung nicht beträchtlich und ist im Wesentlichen immer vom Standort bedingt.

In Uebereinstimmung mit den besprochenen allgemeinen Erscheinungen über den Einfluß der Lichtung auf den Höhenwuchs und besonders charakteristisch erscheint der Verlauf der Höhenentwickelung bei licht- oder freigestellten Individuen des Nebenbestandes oder bei vordem unterdrückten Stämmen. Es kann sich hier natürlich nur um Schatthölzer handeln, wie wohl auch hier der Nebenbestand nicht Objekt des Lichtungsbetriebes sein sollte. Nach der Lichtung verändert hier zunächst die bereits mehr oder minder schirm- oder kuppenförmig abgewölbte Krone ihre mattgrüne Benadelung in ein frisches üppiges Saftgrün, nach 2—4 Jahren machen sich deutliche Gipfeltriebe bemerkbar und nach 5—10 Jahren erscheint die neue Krone kegelförmig auf der vorher fast horizontal abgedachten aufgesetzt.

Eine nähere Beziehung des Höhenzuwachses nach der Lichtung zum Flächen- und Massenzuwachs läßt sich nicht nachweisen. Für den Höhenzuwachs ist, wie oben angedeutet, vor Allem maßgebend, in wie weit der Stamm bereits im Schlusse sich der dem Standort entsprechenden Höhengrenze genähert hat. Die Individualität veranlaßt hier nur geringe Verschiebungen. Der Flächen- und der Massenzuwachs dagegen sind von einer Reihe nahezu gleichwerthiger Faktoren abhängig und im gewissen Sinne unbegrenzt, indem sie sich noch fortsetzen, wenn der Höhenzuwachs bereits seinen endgiltigen Abschluß gefunden hat.

Erfolgt bei der Lichtstellung zugleich eine Aufästung des Stammes, so hat diese — wenigstens bei der Fichte — bekanntlich eine Verminderung des Längenwachsthums zur Folge. Diese Verminderung ergibt sich ebenfalls nicht sofort nach der Aestung, sondern erst nach einigen Jahren, was mit obigen Ausführungen über Verwendung der Reservestoffe zur Entwickelung der Gipfeltriebe übereinstimmt. Der Lichtungszuwachs vermag hier die verminderte Produktion in Folge Verringerung der Krone durch die Aestung nicht aufzuwiegen und bei der allgemeinen, wenn auch nur vorübergehend verminderten, — relativ sogar gesteigerten — Wachsthumsleistung muß auch der Höhenwuchs eine Beeinträchtigung erfahren.

2) Flächenzuwachs.

a) Flächenzuwachs der Grundfläche.

Die Jahrringbreite ist bekanntlich ein sehr unsicherer Maßstab zur Bestimmung der Zuwachsgröße und zwar schon aus dem Grunde, weil der Zuwachs einer jeden, der Peripherie der Querfläche näherliegenden Zone (Außenzone) bei gleichbleibender Ringbreite stets größer ist, bei Verminderung der Ringbreite aber gleich, größer oder kleiner sein kann als der Zuwachs einer dem Zentrum zugekehrten Zone (Innenzone). Es kann daher nach der Ringbreite ohne gleichzeitige Berücksichtigung des Durchmessers der Zuwachs nicht richtig beurtheilt und bemessen werden.

Der meist nach 4 Durchmessern bestimmte periodische Flächenzuwachs der Grundfläche (in 1,3 m vom Boden) ergab

	ein Fallen:			ein Steigen:			
	Fi	Ki	Ta	Fi	Ki	Ta	
vor der Lichtung bei	33	17	4	27	12	13	Stämmen
im 1. Dezennium nach der Lichtung bei	8	3	1	52	26	16	„
„ 2. „ „ „ „ „	4	4	1	34	23	12	„
„ 3. „ „ „ „ „	1	3	—	7	13	3	„

Diese Zahlen geben nur einen sehr allgemeinen Ueberblick, weil das Maß des Steigens und Fallens nicht zum Ausdruck gelangt. Einen klareren Einblick in die Veränderungen der Grundfläche durch die Lichtung gibt folgende Uebersicht über die durchschnittliche Größe des 10jährigen Flächenzuwachses in den verschiedenen Untersuchungsperioden:

	Durchschnittlicher 10jähriger Flächenzuwachs				
	im 2. Dezennium vor der Lichtung	im 1. Dezennium vor der Lichtung	im 1. Dezennium nach der Lichtung	im 2. Dezennium nach der Lichtung	im 3. Dezennium nach der Lichtung
	qm	qm	qm	qm	qm
bei Fichte . . .	0,0101	0,0103	0,0183	0,0263	—
				0,0225	0,0314 *
bei Kiefer . . .	0,0085	0,0082	0,0135	0,0189	—
				0,0160	0,0204 *
bei Tanne . . .	0,0078	0,0107	0,0222	0,0360	—
				0,0240	0,0355 *

* Da nur wenig Stämme, nämlich 8 Fichten, 16 Kiefern und 3 Tannen für das 3. Dezennium des Lichtstandes untersucht wurden, durften die Durchschnittszahlen für den Flächenzuwachs dieser Periode nicht mit den Durchschnittszahlen der

Nach diesen Zahlen erscheinen die auffälligsten Veränderungen, welche überhaupt durch die Lichtung hervorgebracht werden, an der Grundfläche.

Zur Würdigung dieser Veränderungen und zur Beurtheilung des wirthschaftlichen Erfolges der Lichtung nach Maßgabe der Grundflächen-Zunahme sind zunächst die Beziehungen des Flächenzuwachses der Grundfläche zu dem Höhen- und Massenzuwachse zu besprechen.

Wie oben erwähnt, bestehen zwischen Höhen- und Flächenzuwachs des einzelnen Stammes für die untersuchten Zeiträume keinerlei Beziehungen. Der Höhenzuwachs ist häufig als abgeschlossen zu betrachten, während der Flächenzuwachs der Grundfläche noch ziemlich erheblich sein kann. Betrachten wir aber die durchschnittliche Höhenzunahme der drei untersuchten Holzarten mit der Flächenzunahme in Brusthöhe, so ergeben sich gewisse Uebereinstimmungen, welche auf das verschiedene Maß von Lichtbedürfniß jener Holzarten zurückzuführen sind.

Zunächst sind die Erfolge der Lichtung, sowohl was Höhen- als auch was Flächenzunahme betrifft, am bedeutendsten bei der Tanne, am geringsten bei der Kiefer, während die Fichte in der Mitte steht.

Im Besonderen ist *vor der Lichtung* der Höhenzuwachs bei Fichte und Kiefer — wie eben im Bestandesschlusse — regelmäßig, dem Alter entsprechend, abnehmend, der periodische Flächenzuwachs aber nahezu unveränderlich, der Höhenzuwachs wie der periodische Flächenzuwachs bei der Tanne — gegenüber dem normalen Zuwachs im geschlossenen Bestande — etwas steigend. Diese Erscheinung ist nur durch eine Art Vorlichtung etwa in Form einer starken Durchforstung zu erklären. Thatsächlich ist eine solche nachweisbar bei einigen, in der Jugend stark überschirmten Stämmen*.

Im 1. Dezennium nach der Lichtung ist der Höhenzuwachs bei der Fichte fast unverändert, d. h. wie im Bestandesschluß dem Alter entsprechend abnehmend; nur in einigen Fällen (s. S. 11) tritt gegen Ende der Periode eine Steigerung ein. Der Flächenzuwachs erreicht in dieser Periode das 1,8 fache des Vollbestandes. Bei der Kiefer ergibt sich vielfach eine geringe Beschleunigung in der regelmäßigen Abnahme des Höhenzuwachses, während der Flächenzuwachs sich auf das 1,6 fache des Flächenzuwachses im Vollbestande steigert. Bei der Tanne zeigt sich eine Verzögerung der regelmäßigen Abnahme des Höhenzuwachses, gegen das Ende der Periode nicht selten eine beträchtliche Steigerung desselben.

übrigen Perioden in Vergleich gesetzt werden, sondern nur mit den Zuwachsgrößen der entsprechenden Stämme in der vorhergehenden Periode. Diese Vergleichsgrößen erscheinen daher auf besonderer Linie vorgetragen.

* Da Nr. 26, 69, 77, 79, 103, 104. S. unten.

Der Flächenzuwachs erreicht das 2,1 fache des Vollbestandes.

Im 2. Dezennium nach der Lichtung folgt der Höhenwuchs bei allen 3 Holzarten der bereits im 1. Dezennium eingeschlagenen Tendenz. Nicht selten bei Fichte und Tanne — aber nur ausnahmsweise bei Kiefer — ergibt sich im weiteren Verlaufe des Lichtstandes eine Steigerung des Höhenzuwachses. Der Flächenzuwachs erreicht im 2. Dezennium nach der Lichtung

bei Fichte das 2,6 fache
„ Kiefer „ 2,3 „
„ Tanne „ 3,4 „ des Vollbestandes.

Im 3. Dezennium nach der Lichtung dürften sich die Erscheinungen der beiden vorausgegangenen Perioden ohne wesentliche Aenderungen fortsetzen.

Das Maximum der Zuwachsleistung nach Höhe wie nach Fläche liegt vor wie nach der Lichtung bei der Tanne, das Minimum bei der Kiefer. Durch die Lichtung treten die Unterschiede in verstärktem Maße hervor.

Viel schwieriger gestaltet sich die vergleichende Untersuchung von Flächen- und Massenzuwachs; wir gelangen hier, vorgreifend der speziellen Behandlung des Massenzuwachses, zu folgenden Betrachtungen.

Die Durchmesser- oder Stärkezunahme und der daraus abgeleitete Flächenzuwachs in Brusthöhe erscheint als ein sehr unverlässiger Maßstab für die wirkliche Zuwachsgröße des Stammes, wenn der Zuwachsgang oder der Formzuwachs, d. h. die durch Verschiedenheit der Zuwachsgröße in verschiedenen Stammhöhen bedingte Veränderung der Wuchsform keine Beachtung findet. Die Beurtheilung des Formzuwachses ist aber sehr schwierig, weil die den Stärkezuwachs bestimmenden Jahrringbreiten ohne irgend eine beim Einzelstamm sicher zutreffende Regelmäßigkeit nach der Höhe hin bald zu-, bald abnehmen.

Bestandesschluß, Beastung, Alter und Standort sind hier maßgebende Faktoren; die Betheiligung jedes einzelnen derselben an der Zuwachsbildung und namentlich an den Veränderungen der Wuchsform liegt beim Einzelstamme über allem Ermessen und ist stets Sache der Individualität. Nur in extremen und daher selteneren Fällen, wie bei sehr dichtem Bestandesschluß (Ueberschirmung) oder im vollen Freistande, bei sehr tiefgehender Beastung oder bei Beschränkung der Krone auf den obersten Stammtheil u. s. w. sind sichere Voraussetzungen für die Wuchsform gegeben.

Besonders hat R. Hartig die Verschiedenheit der Wuchsform unter verschiedenen Verhältnissen klargelegt. R. Hartig unterscheidet nämlich:

1) Stämme in mäßigem Schluß bei freier Kronenentwickelung erwachsen, zeigen bei zunehmender Ring-

breite nach oben — unten und oben ziemlich gleichen Flächenzuwachs*.

2) Bei unterdrückten Stämmen lagert sich der stärkere Zuwachs nach oben ab, während er gegen den unteren Schaftheil in Folge gänzlichen Unterbleibens der Jahrringbildung häufig verschwindet.**

3) Bei freistehenden Stämmen oder Stämmen mit besonders stark entwickelter Krone ist der Zuwachs stets stärker nach unten. Der letzteren Gruppe zuzurechnen sind alle Stämme, welche in Bestandeslücken sich befinden, ferner Stämme, welche ihrer Umgebung gegenüber einen Höhen- oder Altersvorsprung besitzen, endlich alle dominirenden Stämme und mehr oder minder alle Baumarten, welche im späteren Alter naturgemäß sich licht stellen.

Häufig gehen diese drei typischen Formen in einander über und sehr viele Stämme zeigen alle drei Formen in wechselnder Aufeinanderfolge. Hieraus ergibt sich schon die Schwierigkeit, nach dem Flächenzuwachs in Brusthöhe den Massenzuwachs des Stammes zu bemessen. Solche Bemessungen können daher auch nur ausnahmsweise zu annähernd richtigen Ergebnissen führen.

So geben bekanntlich Zuwachsermittelungen nach dem Zuwachs der Brusthöhe vor der Lichtung zu kleine und nach der Lichtung zu große Resultate, eben weil — wie aus obigen Sätzen R. Hartig's hervorgeht, — der Flächenzuwachs im geschlossenen Bestand im oberen Stammtheil ungefähr gleich (1) oder größer ist (2) als im unteren, während umgekehrt im Lichtstande der Zuwachs im oberen Stammtheil in der Regel kleiner wird als im unteren (3). Gleichwohl würde diese im Allgemeinen wohl giltige Regel für die Beurtheilung des Massenzuwachses einzelner Stämme große Fehler nicht ausschließen.

Vergleicht man beispielsweise die letzte 10jährige Periode vor Lichtstellung mit der ersten 10jähr. Periode nach Lichtstellung, so sollte man erwarten, daß gegenüber dem Flächenzuwachs vor der Lichtung der Flächenzuwachs nach der Lichtung in den verschiedenen Stammhöhen gegen unten eine Zunahme und gegen oben eine Abnahme zeigen würde. Thatsächlich zeigt aber eine große Anzahl von Stämmen bei einer erheblichen allgemeinen Zuwachssteigerung nach der Lichtung dasselbe Verhalten in der Zuwachsablagerung wie vor der Lichtung;*** bei mehreren Stämmen erscheint sogar in den ersten Jahren nach der Lichtung eine verhältnißmäßige Steigerung des Flächenzuwachses im oberen Stammtheile — im Sinne der Zuwachsablagerung im Bestandesschlusse —, während im unteren Stammtheile der Flächenzuwachs in viel geringerem Maße als im oberen Stammtheile zunimmt, vielfach sogar dem Zuwachs vor der Lichtung nahezu gleich bleibt.*

Solche Ausnahmsfälle mehren sich noch weiter, wenn wir vom untersten Stammtheile absehen wollen. Hier wird allerdings bald nach der Lichtung eine Steigerung des Flächenzuwachses bemerkbar, diese erstreckt sich aber meist nur auf 4—6 m Höhe und erschwert damit nur noch mehr die richtige Beurtheilung des Formzuwachses.

Indeß vermögen die beregten Ausnahmen die allgemeine Richtigkeit der Regel nicht zu erschüttern, daß im Lichtstande der Flächenzuwachs nach unten eine Steigerung erfährt; eine derartige Tendenz macht sich bei sehr vielen Stämmen schon im Laufe des ersten Dezenniums, bei allen übrigen wenigstens im weiteren Verlaufe des Lichtstandes bemerkbar.

Gleichwohl aber bleibt es immer sehr schwierig — auch bei Berücksichtigung aller äußeren Anhaltspunkte, — in einem gegebenen Zeitpunkte nach dem Zuwachs der Grundfläche auf den Flächenzuwachs in den verschiedenen Stammhöhen und damit auf den Massenzuwachs des Stammes zu schließen. Denn alle Voraussetzungen für einen bestimmten Formzuwachs werden unter dem Einflusse der Individualität hinfällig.

Von vornherein erscheint die Beurtheilung einer Größe von 3 Dimensionen (der Masse) nach einer Größe von 2 Dimensionen (der Fläche) bedenklich und nur zulässig, wenn die vernachlässigte dritte Dimension (die Höhe) als konstante Variable — d. h. im Verhältniß zur Fläche sich ändernd — gedacht werden könnte. Eine solche Annahme ist aber nicht richtig, denn Flächen- und Höhenzuwachs stehen, wie oben bemerkt, in keinerlei Beziehung und Uebereinstimmung zu einander. Die Vernachlässigung dieses Umstandes ist indeß weniger ausschlaggebend als die Unterstellung, daß — im Anhalt an eine Schätzung des Formzuwachses — der Flächenzuwachs in bestimmter Höhe als Maßstab für den Massenzuwachs genommen werden könne. Diese Darlegungen stehen im Einklang mit der Behauptung Nördlinger's, daß „die Beobachtung des Grundstärkenzuwachses keinen Schluß auf Massen-

* R. Hartig, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. III., S. 66 ff. — Botanische Zeitung, 1870, Nr. 32 u. Nr. 33.

** R. Hartig, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. I, S. 471 ff.

*** Fi Nr. 12, 16, 18, 68, 71, 78, 80, 81, 89, 90, 91. — Ki Nr. 2, 14, 15, 17, 28, 45, 46, 47, 48, 49, 66, 95, 96, 101. — Ta Nr. 69, 70, 76, 103.

* Vergleicht man nicht den Flächenzuwachs gleicher Stammhöhen in verschiedenen Perioden miteinander, sondern die Flächenzuwachsgrößen verschiedener Stammhöhen in derselben Periode, so ergibt sich an unserem Material fast ausnahmslos eine Zunahme des Flächenzuwachses von oben nach unten. Diese Zunahme ist vor der Lichtung gering, bedeutend aber nach der Lichtung. S. unten S. 16 u. 17.

und Werthszuwachs von ganzen Bäumen und Beständen und noch weniger auf dessen Bezifferung erlaube". Dagegen hält Preßler dafür, „daß es nicht schwer sein werde, Gesetze und Regeln zu finden, wonach aus dem Zuwachs der Grundfläche oberhalb des Wurzelanlaufes auf den Zuwachs irgend einer höher gelegenen Querfläche oder auf den Zuwachs des ganzen Stammes mit Sicherheit geschlossen werden könne."

Die geringe Sicherheit einer solchen Schlußfolgerung ergibt sich aus dem Umstande, daß bei den 106 Stämmen der Untersuchung in 47 Fällen ein direkter Widerspruch zwischen Flächenzuwachs in Brusthöhe und dem Massenzuwachs bestand, indem dieser stieg, während jener fiel oder umgekehrt. So nahm gegenüber der vorausgehenden Periode

	der periodische Flächenzuwachs in Brusthöhe	der periodische Massenzuwachs	
in Periode 10—0 Jahre vor Lichtung . .	ab	zu	in 8 Fällen*
	zu	ab	in 18 Fällen**
in Periode 0—10 Jahre nach Lichtung . .	ab	zu	in 4 Fällen***
	zu	ab	in 4 Fällen†
in Periode 10—20 Jahre nach Lichtung . .	ab	zu	in 6 Fällen††
	zu	ab	in 4 Fällen†††
in Periode 20—30 Jahre nach Lichtstellung	ab	zu	in 3 Fällen§

Nur bei 18 Stämmen§§ ergab sich für die untersuchten Perioden einige Uebereinstimmung zwischen Flächenzuwachs in Brusthöhe und Massenzuwachs. In 26 Fällen hätte der Zuwachs in Brusthöhe auf eine Steigerung statt auf Sinken des Massenzuwachses hingewiesen und in 21 Fällen auf ein Sinken statt auf Steigerung. In allen übrigen Fällen würden Massenzuwachsbestimmungen nach der Grundflächenzunahme zu verhältnißmäßig zu kleinen oder zu großen Ergebnissen geführt haben und dies selbst bei Bildung von Formstufen und bei richtiger Einschätzung der Stämme in dieselben. (Siehe unten 6) Zuwachsprozent).

b) Flächenzuwachs vor der Lichtstellung.

Wenn wir zur Beurtheilung des Zuwachsganges zunächst den radialen Zuwachs oder den Stärkezuwachs in den verschiedenen Höhen ins Auge fassen, so zeigt sich fast in sämmtlichen Fällen vor der Lichtung eine allmählige Verminderung des radialen Zuwachses von dem oberen Theile des Schaftes nach dem unteren,§§§ und zwar um so mehr, je dichter der Bestandesschluß vor der Lichtung war.

Die Zunahme der Ringbreite von unten nach oben folgt übrigens bei dem unten und oben gleichen Flächenzuwachs zum Theil schon aus der Abnahme der Durchmesser mit der Stammhöhe und ist am bedeutendsten innerhalb der Krone, wo die Ringbreite gewöhnlich ihr Maximum erreicht.

Verschiedene Ursachen, welche den Wurzelanlauf und die Anschwellungen am unteren Stammende veranlassen,[*] haben auch hier zur Folge, daß die allgemeine Erscheinung des von oben nach unten abnehmenden radialen Zuwachses der Stämme im Bestandesschlusse am unteren Schaftende bis zu 2—4 m Höhe nicht zutrifft, indem hier meist ein gegen abwärts zunehmend steigender Zuwachs bemerkbar wird.

Mit der Abnahme des radialen Zuwachses oder der Ringbreite von oben nach unten ist aber nur in sehr wenig Fällen eine wirkliche Abnahme des Flächenzuwachses verbunden, nämlich bei:

Fi Nr. 20, Ta Nr. 103 in der letzten Periode vor der Lichtstellung und Fi Nr. 58, Ki Nr. 36 und Ta Nr. 57 in der vorletzten Periode vor der Lichtstellung.

In allen übrigen Fällen zeigt der Flächenzuwachs in den 2 letzten Dezennien vor der Lichtung eine geringe Zunahme von oben nach unten.

Sehr häufig verläuft indeß die Zuwachsabnahme von unten nach oben nicht stetig und regelmäßig, sondern es tritt in größerer oder geringerer Höhe vom

* Fi Nr. 1, 10, 20, 29, 71. — Ki Nr. 2, 55, 101.

** Fi Nr. 11, 24, 33, 34, 59, 62, 63, 67, 73. — Ki Nr. 23, 42, 45, 46, 66, 96, 99, 100. — Ta Nr. 40.

*** Fi Nr. 13, 16, 90. — Ki Nr. 28.

† Fi Nr. 37, 60. — Ki Nr. 46. — Ta Nr. 79.

†† Fi Nr. 3, 11, 30, 34. — Ki Nr. 66. — Ta Nr. 26.

††† Fi Nr. 6, 22. — Ki Nr. 97, 103.

§ Fi Nr. 22, 30. — Ki Nr. 97.

§§ Fi Nr. 5, 9, 25, 32, 41, 44, 64, 72, 80, 81, 82, 83. — Ki Nr. 48, 98. — Ta Nr. 39, 54, 57, 84.

§§§ I. Klasse nach R. Hartig. S. S. 14.

[*] Solche Ursachen sind: Anstauung der abwärts wandernden Bildungsstoffe wegen des Wechsels der Bewegungsrichtung von der vertikalen in die horizontale, wegen des im höheren Alter stattfindenden Ueberganges der Hauptwurzelthätigkeit von den Pfahlwurzeln auf die Seitenwurzeln, wegen der geringen Flächenentwickelung der Wurzeln im Verhältniß zu dem weiten Zufuhrkanal der Bildungsstoffe, dem Kambium-Mantel des Stammes, endlich wohl auch wegen des Gegendruckes des Bodens auf die Wurzelorgane. Ferner vermag auch Erkrankung der Wurzeln und dadurch veranlaßte Beschränkung der Verbrauchsorte ein Zurückstauen der Bildungsstoffe am unteren Stammende bewirken, wie dies aus den beulenartigen Anschwellungen stockfauler Fichten hervorgeht.

Boden wieder ein Rückschlag,* eine Zuwachssteigerung ein, ohne daß dieselbe jedoch die Größe des Flächenzuwachses in Brusthöhe jemals wieder erreichte. Was die Höhe betrifft, bei welcher diese Unterbrechungen im abnehmenden Verlaufe des Flächenzuwachses sich zeigen, so finden sich dieselben in sehr verschiedenen Höhen, häufig zwar in der Nähe des Kronenansatzes, ohne daß jedoch dieser selbst in ursächlichen Zusammenhang mit den Anschwellungen gebracht werden dürfte. Diese wiederholen sich sogar in derselben Periode in verschiedenen Höhen des Schaftes und zeigen namentlich eine merkwürdige Gesetzmäßigkeit darin, daß sie von Jahr zu Jahr und von Periode zu Periode am Schafte emporrücken, jedoch nicht im Verhältniß zum Emporrücken des Kronenansatzes, sondern bedeutend rascher und häufig über demselben auftreten.

Vorstehende Ausführungen stimmen mit der oben angeführten Klassifikation der Stämme nach R. Hartig (s. S. 14 u. 15) vollkommen überein. Die große Mehrzahl der untersuchten Stämme gehörte der 3. Klasse an, insofern dieselben bereits vor der Lichtung als dominirende Stämme zu bezeichnen waren, welche ihrer Umgebung gegenüber einen Alters- oder Höhenvorsprung besaßen oder als Kiefern sich naturgemäß vor der Lichtung schon räumig stellten. Viele Stämme fielen zwischen die 3. und 2. Klasse. Der 1. Klasse können mit Sicherheit nur wenig, der 2. Klasse nur fünf Stämme** zugerechnet werden.

Nach Preßler ist der Flächenzuwachs bei im Schluß erwachsenen Stämmen an allen Stellen des astreinen Schaftes nahezu derselbe (1. Klasse nach R. Hartig), was unter den eben beregten Gesichtspunkten gleichfalls in Uebereinstimmung mit unseren Ergebnissen steht.

Für die Buche hat König gefunden, daß vor der Lichtstellung die Ringbreite am ganzen Schafte bis zur Höhe des Kronenansatzes nahezu dieselbe bleibt und nur innerhalb der Krone nach oben hin steigt. Bei Fichte, Kiefer und Tanne finden wir, wenn wir von dem zufälligen Veränderungen sehr unterworfenen untersten Schafttheile absehen, eine allmählige Zunahme der Ringbreite von unten nach oben, mit einem Maximum in der Krone.

Nach Th. Nördlinger sinkt der Flächenzuwachs bei der Buche vom unteren Schaftende bis zur Mitte mehr oder minder stark, und oberhalb der Mitte, im ungefähren Sammelpunkt der Astthätigkeit, findet sich bei Tanne, Fichte und Buche eine besondere Anschwellung des abgelagerten Holzmantels. Nach obigen Darlegungen können wir die örtliche Beschränkung jener Anschwellungen auf irgend einen bestimmten Theil des Schaftes für die untersuchten Holzarten nicht bestätigen.

* Nördlinger, Forstbotanik, I. Th., S. 192. — Theodor Nördlinger, Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg., 1884, S. 277, 280.

** Die Zahl der Stämme, welche in früheren Lebensperioden im gedrängten Schlusse oder selbst unterdrückt gestanden haben mochten, ist erheblich größer, unmittelbar vor der Lichtung befanden sich — nachweisbar — im dichten Schlusse nur die Stämme Fi Nr. 20, 58, Ki Nr. 36, Ta Nr. 103, 57.

c) Flächenzuwachs nach der Lichtstellung.

Wenn nicht sofort, so doch sehr bald nach der Lichtstellung und jedenfalls im Laufe der ersten 10 Jahre des Lichtstandes nimmt der Stärken- oder der radiale Zuwachs von oben nach unten zu.* Ausnahmen beschränken sich hier nur auf den oberen, über dem Kronenansatz befindlichen Schafttheil.

Der Flächenzuwachs nimmt hier durchgehends von oben nach unten zu.** Diese Zunahme ist in den ersten Jahren nach der Lichtung noch gering, steigert sich aber mit der Dauer des Lichtstandes auch ohne weitere Lichtung und bedingt ein Abfälligwerden der Stämme und damit eine Verschlechterung der Wuchsform. Doch besteht hier, wie sich aus Früherem ergibt, zwischen den Lichtstandsstämmen und dominirenden Stämmen des Vollbestandes kein wesentlicher, sondern nur ein gradueller Unterschied, indem auch bei letzteren der Flächenzuwachs von oben nach unten zunimmt. (S. oben).

Die Gesetzmäßigkeit der Zuwachssteigerung von oben nach unten wird gestört, wenn gleichzeitig mit der Lichtstellung eine Aufästung vorgenommen wird. In Folge der Aestung legt sich der stärkere Zuwachs stets im oberen Schafttheile an, so daß also Lichtstellung und Aufästung eine sich gegenseitig ausgleichende Wirkung ausüben. Es liegt in dieser Thatsache ein scheinbarer Widerspruch.

Die aufgeästeten Stämme befinden sich gewissermaßen in ähnlich ungünstiger Lage wie die im dichten Bestandesschluß erwachsenen Stämme mit hoch angesetzter Krone. Wie diese durch die Behinderung des Lichtzuflusses, so erfahren jene durch die Wegnahme von Aesten eine Beschränkung in der Kronenthätigkeit und gelangen daher die im verminderten Maße produzirten Bildungsstoffe bei der großen Entfernung der Krone von dem unteren Schafttheil nur im oberen Theile zur Ablagerung. Die Ablagerung dortselbst wird im Bestandesschluß vielleicht begünstigt durch die erhöhte Lichtwirkung, welche hier dem oberen Schafttheile gegenüber

* Th. Hartig, Lehrbuch für Förster, 1851. I. Bd., S. 208. — Nördlinger, Kritische Blätter, 49. Bd., 2. Heft, 50. Bd., 2. Heft, 52. Bd., 1. Heft, S. 80 u. S. 153.

** Rob. Hartig, Danckelmann's Zeitschrift, 1870, S. 66. — Kraft, Aus dem Walde, 7. Heft, 1886, S. 40. — Borggreve, Forstliche Blätter, 1877, S. 215. — König, Forstliche Blätter, 1882, S. 361. — Ueber Lichtungszuwachs, insbesondere der Buche, 1886, S. 14. — Th. Nördlinger, allgemeine Forst- und Jagd-Ztg., 1884, S. 280.

dem unteren stets mehr oder minder beschatteten Theile zu gut kommen dürfte. Ebenso scheint der in Folge der Aestung gesteigerte Lichtzufluß auf den entasteten oberen Schafttheil wenigstens durch einen frühzeitigeren Beginn der kambialen Thätigkeit die örtliche Holzbildung zu begünstigen.

Bei den im geschlossenen Bestande erwachsenen Stämmen kommt ein weiteres Moment für die stärkere Zuwachsablagerung im oberen Schafttheile in dem Umstande hinzu, daß, wie von Th. Hartig wenigstens für einige Holzarten nachgewiesen, die Dauer der jährlichen Zuwachsthätigkeit im oberen Theile des Stammes um 2 Wochen länger ist als im unteren. Wenn sich auch kein direkter Zusammenhang zwischen Zeitdauer der Jahrringbildung und Ringbreite nachweisen läßt, so ist die Dauer der Zuwachsthätigkeit doch wohl nicht ohne Einfluß auf die Zuwachsgröße.

Die Zuwachssteigerung nach unten bei frei- oder lichtgestellten Stämmen mit voller Kronenthätigkeit erklärt sich aus dem, einem mechanischen Gesetze folgenden Sinken der im Ueberfluß erzeugten Bildungsstoffe von oben nach unten, sowie aus der im unteren Schafttheile in Folge verstärkter Lichtwirkung (durch Insolation, Rückstrahlung) begünstigten Holzbildung. Die Temperatur am Schafte frei- oder lichtgestellter Stämme nimmt von unten nach oben ab, sie ist am größten einige Meter über dem unbeschatteten und unbestockten Boden.

Im Mittelwald mit höherem Unterholz oder im Hochwald mit älterem Bodenschutzholz ist die Zunahme des Zuwachses gegen den unteren Schafttheil lichtgestellter Stämme auffallend gering. Die örtliche Holzbildung scheint hier im unteren Schafttheil bei der verminderten Lichtzufuhr in Folge der Beschattung zurückgehalten zu werden.

Nach Vorstehendem möchten wir nicht bloß den frühzeitigen Beginn der kambialen Thätigkeit im Stamme, sondern auch die Begünstigung der örtlichen Holzbildung der gesteigerten Licht- und Wärmewirkung zuschreiben. Diese Anschauung wird begründet durch die allgemeinen Erscheinungen des Einflusses der Belichtung auf die Verholzung von Pflanzenorganen, wie dies an krautartigen Pflanzen, bei den Gramineen,* an freigelegten Wurzeltheilen u. s. w. in auffälliger Weise wahrzunehmen ist. Jene Annahme scheint ferner bewiesen: indirekt durch Beobachtungen an freigestellten Stämmen in nördlichen, den kalten Winden ausgesetzten Lagen, wo ein auffallender Rückgang der Jahrringbreiten konstatirt wird*, und direkt durch die Erscheinung des Rothbruches. Wir verstehen darunter eine Verbreiterung der Jahrringe, welche sich auf 1/3 bis 1/2 des Stammumfanges erstreckt und stets auf der am meisten der Belichtung ausgesetzten Seite auftritt. Diese verbreiterten Jahrringe sind fast nur aus dickwandigen festen Organen des Sommerholzes gebildet und erscheinen daher auf der Querfläche rothbraun bis dunkelbraun gefärbt.

Vielleicht ist dieser Rothbruch mit der sogenannten „Hartseitigkeit“ identisch, welche bekanntlich darin besteht, daß auf der Ost-, beziehungsweise Nordostseite der Stämme festeres Holz gebildet wird als auf den übrigen Seiten des Stammumfanges. Die Erscheinung des Rothbruches fanden wir hauptsächlich auf der Südostseite der Stämme und im unteren Schafttheile bis 6 m Höhe. Auf der entsprechenden entgegengesetzten und am wenigsten belichteten Seite finden sich bedeutend engere und fast nur aus Frühjahrsholz gebildete Jahrringe.

Neben der starken Belichtung könnte zur Erklärung des Rothbruches noch der Umstand in Erwägung gezogen werden, daß, wie es scheint, die Verbreiterung der Jahrringe in der Regel auf der, der herrschenden Windrichtung entgegengesetzten Seite erfolgt, wo durch die Windbewegung ein Biegen des Stammes und ein Zusammendrücken der Organe und damit vielleicht eine Verdickung und vermehrte Bildung derselben veranlaßt werden könnte.

Welcher Anschauung auch der Vorzug eingeräumt werden mag, jedenfalls läßt sich die Erscheinung des Rothbruches nicht etwa durch eine einseitige bessere Ernährung des Stammes in Folge ungleichmäßiger Beastung (oder Bewurzelung) erklären. Denn Rothbruch erscheint bei vollständig symmetrisch bekronten Stämmen und zumal bei Licht- oder Freistand auf unbedecktem Boden, wo man wegen des frühzeitigen Beginns der kambialen Thätigkeit die vorherrschende Bildung dünnwandiger Organe erwarten sollte. Die einseitige Verbreiterung der Jahrringe bei Randstämmen u. s. w. muß als eine Folge einseitiger Beastung oder einseitigen Lichtgenusses angesehen werden und kommt bei dem Rothbruche nicht in Betracht.

---

* Die frühere Ansicht, daß durch gesteigerte Einlagerung von Kieselsäure in die Halme licht stehenden Getreides deren Festigkeit bedingt werde, gilt als unhaltbar, vielmehr muß jene größere Festigkeit auf gesteigerte Bildung dickwandiger Organe oder auf Verholzung in Folge starker Belichtung zurückgeführt werden. A. Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie, 3. Auflage, I. S. 256.

* Tharander forstliches Jahrbuch, 1878, S. 144.

3) Massenzuwachs.

Die Auswahl des Untersuchungsmateriales war, wie bereits oben Seite 6 bemerkt, von der Absicht geleitet, möglichst viele Gesichtspunkte zu gewinnen über die Verhältnisse des Lichtungszuwachses. Es mußten daher auch solche Stämme zur Untersuchung gezogen werden, welche wegen langjähriger Unterdrückung besonders in der Jugend, wegen hohen Alters, wegen mangelhafter Bekronung u. dergl. von vorneherein als ungeeignet für den Lichtungsbetrieb angesehen werden mußten. Wenn die folgenden Zusammenstellungen ein für den Lichtungszuwachs günstiges Ergebniß liefern, so ist nicht zu zweifeln, daß dasselbe sich noch günstiger gestaltet haben würde, wenn nur solche Individuen in Betracht gezogen worden wären, welche der Wirthschafter als zweifellos tauglich für den Lichtungsbetrieb erachten und demgemäß auswählen würde.

Bei Würdigung nachstehender Ergebnisse ist ferner zu bedenken, daß die ausgewählten Stämme häufig nicht einem geordneten Lichtungsbetriebe entnommen werden konnten, und daß daher die erste Forderung eines solchen Betriebes, die Sorge für Erhaltung der Bodenkraft, sehr oft unbeachtet geblieben war.

Die Zusammenstellung der periodischen Zuwachsmassen führt zu folgenden Ergebnissen.

Die durchschnittliche periodische Zuwachsmasse ist

bei einem durchschnittlichen Alter z. Z. der Lichtung: Jahre.	im II. Dezennium vor Lichtung. fm.	im I. Dezennium vor Lichtung. fm.	im I. Dezennium nach Lichtung. fm.	im II. Dezennium nach Lichtung. fm.
a. bei der Fichte 101	0,1452	0,1595	0,2375	0,3366
b. bei der Kiefer 85	0,1254	0,1239	0,1932	0,2304
c. bei der Tanne 130	0,1286	0,1680*	0,2718	0,4331

Setzt man die Zuwachsmasse der letzten Periode vor der Lichtstellung = 1, so ist die Zuwachsmasse

	im II. Dezennium vor Lichtung	im I. Dezennium vor Lichtung	im I. Dezennium nach Lichtung	im II. Dezennium nach Lichtung
a) bei Fichte	0,9	1,0	1,5	2,1
b) „ Kiefer	1,0	1,0	1,6	1,8
c) „ Tanne	0,8	1,0	1,6	2,2

* Die auffallende Zuwachssteigerung bei der Tanne während der letzten Periode vor der Lichtstellung erklärt sich aus dem Umstande, daß eine Anzahl Tannen (namentlich Nr. 26. 69. 77. 79. 103. 104) in die Durchschnittszahlen aufgenommen sind, welche in Folge einer Vorlichtung oder stärkeren Durchforstung Zuwachssteigerung erfahren hatten. S. S. 14.

Es zeigt somit der Massenzuwachs nach der Lichtstellung sowohl nach Größe wie Gang bei allen drei untersuchten Holzarten eine große Uebereinstimmung: der nach der Lichtung gebildete Zuwachs übertrifft bei Fichte, Kiefer und Tanne den Zuwachs vor der Lichtstellung: im I. Dezennium nach Lichtung ungefähr um das $1\frac{1}{2}$fache, im II. Dezennium nach Lichtung um das 2fache.

Zur Würdigung dieser Zahlen ist es nothwendig, den laufenden Zuwachs vor der Lichtstellung zu untersuchen. Im Falle derselbe vor der Lichtung im Steigen begriffen war, braucht eine weitere Steigerung nach der Lichtung an sich noch nicht als Folge der Lichtung

aufgefaßt zu werden. Wir haben daher die 106 untersuchten Stämme zunächst in zwei Gruppen zu trennen, wovon die erste 36 Stämme umfaßt, deren laufendjährlicher Zuwachs bereits vor der Lichtung im Fallen begriffen war, während die zweite Gruppe 70 Stämme umfaßt, welche vor der Lichtung noch kein Fallen des laufenden Zuwachses, vielfach sogar noch ein Steigen desselben wahrnehmen lassen.

Von den 36 Stämmen der I. Gruppe ergab sich bei 33 eine Steigerung des Zuwachses nach der Lichtung. Dieser gesteigerte Zuwachs kann wohl unbedenklich als Lichtungszuwachs angesehen werden.

Dagegen ist bei den Stämmen der II. Gruppe, welche noch vor der Lichtung steigenden oder nicht abnehmenden Zuwachs zeigten, zu entscheiden, ob eine (weitere) Steigerung des Zuwachses, welche bei 50 Stämmen im I. und bei 20 im II. Dezennium nach der Lichtung erfolgte, als eine Wirkung der Lichtung anzusehen und welcher Teil des gesteigerten Zuwachses als reiner Lichtungszuwachs zu betrachten ist.*

Aus dem Gang des laufend-jährlichen Zuwachses vor der Lichtung wie aus dem Alter der einzelnen Stämme ergibt sich mit Zuverlässigkeit, daß die Aenderung des bisherigen konkaven Verlaufes der steigenden Zuwachskurven in einen konvexen, welche bei sämmtlichen 70 Stämmen während des Lichtstandes eintrat, als Folge der Lichtung erklärt werden muß. Wenn aber feststeht, daß die Zuwachskurven ohne Lichtung ihren konkaven Verlauf beibehalten haben würden, so können wir unter der für unsere Annahme ungünstigen Voraussetzung, daß jene Konkave sich einer geraden Linie so sehr näherte, daß sie mit ihr identisch gehalten werden kann, das Minimum der Zuwachsgröße, welche als reiner Lichtungszuwachs angesehen werden muß, leicht bemessen. Setzen wir die Zuwachsmasse im letzten Dezennium vor der Lichtung wiederum = 1, so erhalten wir:**

	Der Zuwachs beträgt vor der Lichtung im I. Dezennium	II. Dezennium	Der Zuwachs würde ohne Lichtung (in maximo) betragen haben im folgenden I. Dezennium	II. Dezennium
a) bei Fichte	0,9	1,0	1,1	1,2
b) „ Kiefer	1,0	1,0	1,0	1,0
c) „ Tanne	0,8	1,0	1,2	1,4

Hieraus folgt:

	Im I. Dezennium nach Lichtung bei Fi	Ki	Ta	Im II. Dezennium nach Lichtung bei Fi	Ki	Ta
Gesammtzuwachs:	1,5	1,6	1,6	2,1	1,8	2,2
Maximum des Zuwachses ohne Lichtung, folglich Minimum des reinen	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0	1,4
Lichtungszuwachses	0,4	0,6	0,4	0,9	0,8	0,8

Das nähere Studium der Entwickelung und des Verlaufes des Massenzuwachses führt zur Unterscheidung von 6 verschiedenen Fällen: (Tafel A).

I. Bei sinkendem Zuwachse vor der Lichtstellung ergibt letztere eine entschiedene Zuwachssteigerung:

a) bei 20 Fichten, „ 12 Kiefern, „ 1 Tanne } bei 33 Stämmen.*

Von diesen zeigten im II. Dezennium nach der Lichtstellung noch eine weitere Steigerung des periodischen Zuwachses.

7 Fichten, 6 Kiefern, 1 Tanne } bei 14 Stämmen.**

II. Bei steigendem Zuwachs vor der Lichtstellung ergab sich nach derselben eine Zuwachssteigerung im verstärkten Maße.

a) bei 26 Fichten, „ 13 Kiefern, „ 11 Tannen } bei 50 Stämmen.***

Unter diesen erfolgte im II. Dezennium nach der Lichtstellung eine weitere Steigerung

b) bei 14 Fichten, „ 7 Kiefern, „ 4 Tannen } bei 25 Stämmen.†

III. Bei fallendem Zuwachse vor der Lichtung erscheint derselbe in der I. Periode nach der Lichtung weniger stark fallend und in der II. Periode steigend bei 1 Fichte. ††

IV. Der Zuwachs ist steigend vor der Lichtstellung, in der I. Periode nach der Lichtstellung aber weniger stark steigend bei

* Unter reinem Lichtungszuwachs verstehen wir daher das Zuwachsplus, welches durch die Lichtung zu dem normalen d. h. ohne Lichtung sich bildenden Zuwachse hinzukommt.

** Die Stämme der I. Gruppe mußten hier mit einbezogen werden, das Ergebniß wird hierdurch nicht wesentlich alterirt.

* Fi Nr. 1, 3, 5, 9, 10, 19, 20, 29, 41, 44, 56, 61, 64, 65, 71, 88, 89, 91, 93, 94. — Ki Nr. 2, 15, 17, 47, 48, 49, 51, 55, 95, 96, 98, 101. — Ta Nr. 4.

** Fi Nr. 9, 10, 19, 71, 88, 89, 91. — Ki Nr. 15, 17, 47, 48, 49. — Ta Nr. 4.

*** Fi Nr. 11, 13, 21, 22, 24. 27, 30, 32, 33, 34, 53, 58, 59, 62, 63, 68, 72, 74, 75, 80, 87, 90, 92, 105, 106. — Ki Nr. 14, 31, 35, 36, 38, 42, 45, 50, 52, 97, 99, 100, 102. — Ta Nr. 26, 39, 40, 43, 54, 57, 69, 70, 85, 103, 104.

† Fi Nr. 21, 22, 24, 27, 30, 34, 53, 68, 72, 73, 74, 75, 80, 105, 106. — Ki Nr. 31, 45, 50, 52, 99, 100, 102. — Ta Nr. 26. 54. 85. 104.

†† Fi Nr. 7.

a) bei 5 Fichten
„ 1 Kiefer
„ 3 Tannen } bei 9 Stämmen.*

Hiervon zeigen jedoch im II. Dezennium nach der Lichtstellung wieder verstärkten Zuwachs

b) bei 3 Fichten
„ 1 Kiefer
„ 3 Tannen } bei 7 Stämmen.**

V. Der Zuwachs ist vor der Lichtung steigend, in der I. Periode nach der Lichtung aber fallend

a) bei 6 Fichten
„ 3 Kiefern
„ 2 Tannen } bei 11 Stämmen.***

In der II. Periode nach der Lichtstellung zeigen jedoch gesteigerten Zuwachs und überholen den Zuwachs vor der Lichtstellung

b) 6 Fichten
2 Kiefern
2 Tannen } 10 Stämme.†

VI. Der Zuwachs ist fallend vor der Lichtung, nach der Lichtung aber stärker fallend bei

a) 2 Fichten††
b) Hiervon zeigt jedoch die eine (Fi Nr. 8) in der II. Periode des Lichtstandes wieder gesteigerten Zuwachs und erreicht nahezu den Zuwachs vor der Lichtung.

Die Gruppen I, II und III mit im Ganzen 84 Stämmen (oder 79 %) ergaben somit eine Steigerung des Massenzuwachses, welche als eine Folge der Lichtstellung angesehen werden muß. Damit ist nicht ausgesprochen, daß der ganze Betrag der Zuwachssteigerung im einzelnen Fall als reiner Lichtungszuwachs zu gelten habe. Die auf diesen entfallende Quote richtet sich nach dem laufend-jährlichen Zuwachs vor der Lichtung und unterliegt daher großen Schwankungen.†††

* Fi Nr. 6, 16, 25, 67, 78. — Ki Nr. 28. — Ta Nr. 76, 77, 86.

** Fi Nr. 16, 25, 78. — Ki Nr. 28. — Ta Nr. 76, 77, 86.

*** Fi Nr. 12, 18, 37, 81, 82, 84. — Ki Nr. 26, 46, 66. — Ta Nr. 83, 79.

† Fi Nr. 12, 18, 37, 81, 82, 84. — Ki Nr. 26 46. — Ta Nr. 83, 79.

†† Fi Nr. 8, 60.

††† So können beispielsweise für die erste Periode nach der Lichtung nachstehende Vielfache der Zuwachsgröße des Vollbestandes als reiner Lichtungszuwachs angenommen werden:

bei	Fichte	Nr.	3	das	1,5 fache
„	„	„	5	„	1,0 „
„	„	„	19	„	2,0 „
„	Kiefer	„	2	„	1,5 „
„	„	„	15	„	1,7 „
„	Tanne	„	16	„	1,0 „
„	„	„	19	„	1,4 „
dagegen „	Fichte	„	13	„	0,2 „
„	„	„	59	„	0,1 „
„	Kiefer	„	31	„	0,2 „
„	„	„	50	„	0,2 „
„	Tanne	„	85	„	0,2 „

In Folge zunehmender Bodenverbesserung unter dem Einflusse des heranwachsenden Bodenschutzholzes oder des jungen Bestandes und in Folge vollständiger Anpassung des Kronen- und Wurzelvermögens an die veränderten Wachsthumsverhältnisse zeigen von 56 der I, II. und III. Gruppe angehörigen Stämmen, welche über 10 Jahre im Lichtstande sich befanden, 40 Stämme (oder 71 %) während der folgenden 10—20jährigen Lichtstandsperiode eine weitere Steigerung des Massenzuwachses.

Bei den 9 Stämmen der Gruppe IV könnte von einem nachtheiligen Einfluß der Lichtung in der I. Lichtstandsperiode gesprochen werden, insoferne die geringere Zuwachssteigerung hier nicht als eine natürliche Folge des sich ermäßigenden laufenden Zuwachses angesehen werden muß. Von jenen 9 Stämmen gehen indeß 8 in die II. Lichtstandsperiode über und während derselben erlangen 7 eine weitere Zuwachssteigerung, so daß zuletzt auch hier der Zuwachs vor der Lichtung übertroffen erscheint. Nur bei einem Stamm (Fi Nr. 6) setzt sich das Sinken des Zuwachses auch in der II. Lichtstandsperiode fort.

Aehnliches gilt von Gruppe V, wo ebenfalls sämmtliche Stämme in der zweiten Lichtstandsperiode wieder Zuwachssteigerung zeigen, so daß sie mit Ausnahme eines Stammes (Ki Nr. 66)* die Zuwachsgröße vor der Lichtstellung überholen.

Da auch bei Gruppe VI der eine Stamm (Fichte Nr. 8) in der II. Periode nach der Lichtstellung den früheren Zuwachs wenigstens wieder erreicht, so sind es im Ganzen von 106 Stämmen nur drei (Fichte Nr. 6, 60 und 67)**, welche bis zum Zeitpunkt der Untersuchung sich vollständig indifferent gegen die Lichtstellung verhalten, während alle übrigen Stämme Lichtungszuwachs zeigen.

Es ist klar, daß die Zuwachssteigerung in Folge der Lichtstellung sich nicht über eine gewisse Altersgrenze der Stämme ausdehnen kann***. Ebenso sicher aber ist, daß diese Grenze unter dem Einflusse äußerer Umstände sich verschiebt und im einzelnen Fall kaum sicher festgestellt werden kann. In verschiedenen Altern erfolgt

* Ki Nr. 66, z. Z. der Lichtung 98jährig mit 1,45 fm Inhalt und 11 qm Standraum.

** Fi Nr. 6, z. Z. der Lichtung 82jährig mit 1,03 fm Inhalt und schwacher fahnenartiger Krone. — Fi Nr. 60 und 67, z. Z. der Lichtung beide 132jährig mit 2,36 bezw. 1,31 fm Inhalt, hochangesetzten Kronen, 20 bezw. 33 qm Standraum bei dürftiger Bodendecke.

*** Nach Theodor Hartig dauert der gesteigerte Zuwachs nur 4—5 Jahre an, worauf der normale Zuwachs wiederkehrt. Dies scheint nur dann der Fall zu sein, wenn die Stämme inzwischen wieder in Schluß getreten sind. Außerdem ist Lichtungszuwachs bis zum 25. und 30. Jahre des Lichtstandes wahrzunehmen.

ohne Eintritt von Bestandesschluß oder sonstigen bekannten, den Lichtungszuwachs beeinträchtigenden Verhältnissen eine Zuwachsabnahme. Eine solche war bei 25 Stämmen zu beobachten.

VII. Die Zuwachssteigerung ermäßigte sich — ohne zu fallen — im Laufe der II. Lichtstandsperiode

bei 3 Fichten
„ 11 Kiefern } bei 17 Stämmen.*
„ 3 Tannen

VIII. Der Zuwachs fiel im Laufe der II. bezw. III. Lichtstandsperiode, erhielt sich aber immer noch über dem Zuwachs vor der Lichtung

bei 3 Fichten
„ 5 Kieferrn } bei 8 Stämmen.**

IX. In allen übrigen Fallen, wo die Lichtstandsdauer sich über 10 Jahre hinaus erstreckte, kehrt sich bei sämmtlichen Stämmen mit Ausnahme von zweien (Fi Nr. 6 und Ki Nr. 66) zur Zeit der Untersuchung die Lichtungszuwachs-Kurve von der Abscissenaxe ab, d. h. sie ist konvex, woraus folgt, daß der Zuwachs noch im Steigen begriffen ist.

Wir müssen hier darauf verzichten, den Einfluß näher zu besprechen, welchen Alter, Standort, Beastung u. s. w. auf die Größe des Lichtungs-Zuwachses ausüben. Diese Faktoren wurden bei den Untersuchungen zwar berücksichtigt, doch kann deren Würdigung nicht im Rahmen dieser Arbeit liegen, da hiezu ein viel umfangreicheres Material nothwendig erscheint, als gegenwärtig zur Verfügung steht. Soviel konnte indeß beobachtet werden, daß die Bestimmung jenes Einflusses eine sehr schwierige Aufgabe ist, da die genannten Faktoren sich gegenseitig bald ergänzen, bald aufheben. So zeigen einige Stämme bei sehr hohem Alter, hochangesetzter Krone auf günstigem Standort noch erheblichen Lichtungszuwachs, während andere auf dürftigem trockenem Boden trotz wuchskräftigen Alters und reichlicher Beastung nur eine sehr geringe Wachsthumsanregung durch die Lichtung wahrnehmen lassen. Sehr oft müssen, wie oben bei Besprechung des Flächenzuwachses betont, individuelle Eigenthümlichkeiten vorausgesetzt werden, um abweichende Erscheinungen in der Zuwachsleistung zu erklären.

Wirthschaftlich wichtiger ist die Frage, wie der im Lichtstande am Einzelstamme erfolgende Zuwachs zu dem Zuwachs des Vollbestandes sich verhält. Die genaue Beantwortung dieser Frage kann nur auf Grund flächenweiser Untersuchungen gegeben werden. Wenn auf Grund unserer stammweisen Aufnahmen die Frage beantwortet werden soll, so können wir die bei Taxationsaufgaben allgemein übliche Schlußfolgerung vom Kleinen auf das Große nicht umgehen. Wir kommen dabei zu dem Ergebniß, daß es einen Lichtungsgrad geben müsse, bei welchem die Zuwachsleistung des gelichteten Bestandes ebenso groß oder größer ist als die des Vollbestandes. Zu dieser Anschauung führen folgende Erwägungen. Nehmen wir an, die 60 Fichten unserer Untersuchung hätten zusammen auf einer Fläche gestanden und bei einem durchschnittlichen Standraum von 84 (83,86) qm eine Lichtstandsfläche von 83,86 . 60 = 5032 qm, also etwa 1/2 ha gebildet. Nach der durchschnittlichen Standortsgüte der Untersuchungsobjekte, dürfen wir für diese Lichtstandsfläche höchstens die II. Baur'sche Fichtenbonität annehmen. Darnach hätte zur Zeit der Lichtung der 101 jährige Vollbestand 691 fm Derbholz pr. Hektar, folglich die Lichtungsfläche 346 fm enthalten. Die 60 Stämme besaßen zur Zeit der Lichtung 51 fm Derbholz also 14,7 oder nicht ganz 15 % der Vollbestandsmasse. Es wären daher durch die Lichtung 85 % des Vollbestandes entnommen worden. Der ungelichtete Vollbestand hätte nach der Ertragstafel in 10 Jahren, also mit 111 Jahren $\frac{741}{2} = 371$ fm, somit eine Massenzunahme von 371 — 346 = 25 fm ergeben. Die 60 Lichtstandsstämme zeigen in der gleichen Zeit eine Massenmehrung von 64 — 51 = 13 fm, also etwas über die Hälfte des Vollbestandes. Nun ist eine Lichtung um 85 % des Vollbestandes und die Gewährung eines Lichtstandsraumes von 84 qm offenbar zu weitgehend. Bei einer Beschränkung des Lichtstandsraumes von 84 qm auf die Hälfte auf 42 qm würde die Zuwachsleistung jedenfalls nicht vermindert werden. Denn bei 10—20 jährigem Lichtstande beträgt der durchschnittliche größte Kronendurchmesser bei der Fichte 5 (4,79) m. Der Durchmesser einer kreisförmigen Standraumfläche von 42 qm ist 7,3 m, es bleibt also bei einem solchen Standraum selbst nach 10—20 jährigem Lichtstand noch ein Kronenabstand von durchschnittlich über 2 m, welcher jedenfalls genügt, um die höchste Zuwachsleistung — soweit diese vom Standraum abhängig ist — zu erzielen.

Wir können daher annehmen, daß die doppelte Anzahl Stämme auf der Lichtstandsfläche mit einem Standraum von 42 qm pro Stamm die doppelte Zuwachsmasse ergeben haben würde oder daß bei Belassung von 30 % (statt 15 %) der Vollbestandsmasse, — somit bei Auslichtung von 70 % (statt von 85 %) die doppelte Zuwachsgröße am Lichtstandsmaterial erzielt worden wäre. Die Massenproduktion des Lichtstandes würde somit statt 13 fm das doppelte — 26 fm und damit etwas mehr als der Vollbestand ergeben haben, dessen Masse sich um 25 fm vermehrte.

Daß die Zuwachsverhältnisse für die weitere 10jährige

* Fi Nr. 3, 11, 29. — Ki Nr. 14, 36, 48, 49, 51, 55, 95, 97, 98, 100, 102. — Ta Nr. 26, 29, 103.

** Fi Nr. 1, 5, 13. — Ki Nr. 31, 35, 45, 46, 47.

Lichtstandsperiode sich noch günstiger gestalten, läßt sich aus der Zusammenstellung Seite 19 entnehmen.

Vorstehende Erwägungen haben unter wohl zulässigen Voraussetzungen ergeben, daß bei Auslichtung von 70% der Vollbestandsmasse die Zuwachsleistung des Lichtstandsmateriales die Produktion des Vollbestandes erreichen könne. Bedenkt man, daß hiebei der Kronenabstand der Stämme noch wenigstens 2 m betragen hätte, so erscheint es wahrscheinlich, daß das Maximum der Zuwachsleistung bei einem geringeren Lichtungsgrade gelegen sei.

König * untersuchte einen Buchenbestand mit 15 jähr. Lichtstellung und kam hiebei zu dem Schlusse, daß nach einem starken Aushieb von 50% der Vollbestandsmasse die absolute Holzproduktion in den ersten 9 Jahren nach der Lichtung kleiner und erst gegen Ende der 15 jährigen Lichtstandsperiode wirklich größer ist, als in den letzten Jahren des Dunkelstandes. Bei einem anderen Buchenbestand hat König gefunden, daß eine schwache Lichtung mit Entnahme von 23% des Vollbestandes genügt hat, um die absolute Holzerzeugung der Fläche über die des bisherigen Vollbestandes zu steigern.

Borggreve spricht die Ansicht aus, „daß eine schwächere Lichtung um 0,2—0,3 des Vollbestandes die Holzvolumerzeugung erheblich, sogar über die des Vollbestandes steigern könne, und daß stärkere Lichtungen . . . die absolute Holzerzeugung unter die mögliche herabminderten und zu Verlusten an Zuwachs führten." Letzteren Satz können wir zwar nicht bestätigen, gleichwohl aber scheint es — nicht so sehr in Rücksicht auf das Maximum als auf das Optimum der Zuwachsleistung und besonders in Hinblick auf die gewöhnlich mit dem Lichtungsbetriebe verbundenen sonstigen wirthschaftlichen Ziele (wie natürliche Verjüngung u. s. w.) — geboten, wenigstens die erste Lichtung nicht über 30% der Vollbestandsmasse auszudehnen.

4) Formzahl.

In Folge der Veränderung der Wuchsform bei licht- und freigestellten Stämmen scheinen die an Stämmen des geschlossenen Bestandes ermittelten Formzahlen auf Bäume im Licht- oder Einzelstande nicht anwendbar zu sein. Man hofft durch die Untersuchungen über Lichtungszuwachs zu sogenannten „Freistandsformzahlen" und damit zu einem bisher häufig vermißten Schätzungsbehelfe bei verschiedenen Taxationsarbeiten (Aufnahme stehender Stämme in Verjüngungsschlägen und in Femelbeständen sowie des Oberholzes in Mittelwaldungen) zu gelangen.**

* König, über Lichtungszuwachs insbesondere der Buche. S. 11 und ff.

** Ganghofer forstliches Versuchswesen I. S. 217, Note 48.

In diesem Sinne wurden für sämmtliche untersuchte Stämme die Schaftformzahlen vor und nach der Lichtstellung ermittelt, ohne daß jedoch gesetzmäßige Beziehungen zwischen Schluß- und Lichtstandsformzahlen sich ergaben.

Die Formzahlen der Fichte und noch mehr der Tanne nehmen — mit großen Schwankungen — durchschnittlich ab, während die durchschnittliche Formzahl der Kiefer nahezu unverändert bleibt.

Formzahlen vor der Lichtung,	nach der Lichtung
bei a) Fichte	
0,483	0,457
„ b) Kiefer	
0,509	0,512
„ c) Tanne	
0,533	0,483

Hiernach erscheinen die Veränderungen der Formzahl so gering, daß dieselben durch die Zunahme der Scheitelhöhe während einer häufig 20—25jährigen Lichtstandsdauer genügend erklärt sein dürften. S. S. 12.

Da die Formzahl das Verhältniß zwischen dem Inhalt des Stammes und seiner Idealwalze darstellt, d. h. $= \frac{m}{g \cdot h}$ ist, so könnte man bei der im Lichtstande erheblich gesteigerten Zunahme der Grundfläche g zur Ansicht neigen, daß die Lichtstandsformzahl kleiner sei, als die demselben Alter bezw. derselben Scheitelhöhe entsprechende Formzahl des Schlußstandes. Diese Ansicht wird aber durch unsere Ergebnisse nicht bestätigt, vielmehr scheint die gesteigerte Zunahme der Bruststärke keine Veränderung der Formzahl zur Folge zu haben, indem jene Zunahme durch die gleichzeitig gesteigerte Zunahme der Masse m ausgeglichen wird.

Wir möchten daher die unseres Wissens noch nicht gelöste Frage, ob die Stärke in Brusthöhe bei gleichem Alter und gleicher Höhe der Stämme einen Einfluß auf die Formzahl ausübe, verneinen;* denn die beträchtliche Stärkezunahme in Brusthöhe bei den Lichtstandsstämmen vermochte keinen Einfluß zu äußern, indem die Veränderungen der Formzahlen im Lichtstande durch die Veränderungen d. i. durch die Zunahme der Scheitelhöhen allein hinreichend erklärt werden können.

Im Gegensatz zu obiger Ansicht ergibt sich sogar aus der Betrachtung des Untersuchungsmateriales und im Einzelnen, daß die Lichtstandsformzahl nicht nur nicht kleiner, sondern selbst größer sein kann als die Formzahl des Schlußstandes.

Trotz mehr oder minder starker Höhenzunahme während der Lichtstellung zeigt sich nämlich

* Baur, die Fichte. S. 88.

	eine Zunahme der Formzahl	eine Verminderung der Formzahl erst in der 3. Dezimale
bei den 60 Fichten	in 10 Fällen	in 13 Fällen
„ „ 29 Kiefern	„ 15 „	„ 8 „
„ „ 17 Tannen	„ 1 „	„ 1 „

Wie aus den Zahlen S. 23 hervorgeht, ist sogar die durchschnittliche Formzahl der Kiefer nach der Lichtung größer als vor der Lichtung, wenn auch nur um 0,003. Es erklärt sich dies aus der geringen Höhenentwickelung der Kiefer im Lichtstande gegenüber der Tanne und Fichte. S. S. 12.

Vorstehende Betrachtungen würden sich einfacher gestalten, wenn zwischen Höhen- und Stärkenzuwachs im Lichtstande bestimmte Beziehungen beständen. Da dies nicht der Fall ist, so dürfte die Aufstellung von Lichtstandsformzahlen eine sehr schwierige Aufgabe sein, und die Anwendung derselben zur Schätzung des Massengehaltes einzelner Stämme kaum bessere Resultate ergeben als die Benutzung der Schlußstandsformzahlen.

Ueber den Grad der Vollholzigkeit oder über die Wuchsveränderunger im Lichtstande gibt eine Lichtstandsformzahl natürlich ebensowenig Aufschluß wie die Formzahl im Bestandsschlusse.

5) Qualitätszuwachs.

Die Frage, ob neben der Steigerung des Massenzuwachses durch die Lichtstellung auch eine Formverbesserung des Stammes erfolge, wird vielfach als offene betrachtet und von R. Hartig verneint. Wenn im Lichtwuchsbetriebe des Schwarzwaldes eine solche Formverbesserung allgemein angenommen wird, so ist dieselbe dort auf die Aestung zurückzuführen, bei welcher bekanntlich im oberen Schafttheile eine stärkere Zuwachsablagerung erfolgt (s. S. 17).

Bei Behandlung des Flächenzuwachses wurde bereits ausgesprochen, daß der Vollholzigkeit der Stämme durch die Lichtstellung Eintrag geschieht, jedoch zugleich bemerkt, daß dadurch kein wesentlicher Unterschied zwischen Lichtstandsstämmen und dominirenden Stämmen des Schlußstandes bedingt werde; denn ist bei letzteren auch die Ringbreite im oberen Schafttheile eine größere als im unteren, so ist doch bei denselben ebenfalls der Flächenzuwachs fast ausnahmslos unten größer als oben.

Von Jugend auf im Freistande oder in Pflanzungen mit weitem Verbande erwachsene Stämme zeigen überwiegend Zuwachs im unteren Schafttheile und bilden — bei überdies starker Kronenentwickelung — stets abfällige und technisch geringwerthige Stammformen.

Werden die Stämme eines geschlossen erwachsenen Bestandes jedoch erst nach Abschluß ihrer Haupt-Höhenentwickelung und nach vollendeter Schaftausformung (und Schaftreinigung) in den Lichtstand übergeführt, so ist zwar keine Formverbesserung zu erwarten, doch auch nicht zu befürchten, daß die vermehrte Zuwachsablagerung im unteren Stammtheil die technische Qualität der Stämme beeinträchtige, da der im Lichtstand gebildete Holzmantel längs des ganzen Schaftes, — auch in dessen oberem Theile — stets eine solche Verdickung erfährt, daß durch die Lichtung eine gesteigerte Stärkezunahme in allen Stammhöhen vermittelt wird. Die Zuwachsablagerung nach unten erscheint besonders stark um jene Zeit, wo sie auch in den oberen Stammtheilen sehr erheblich geworden ist.

Es ist übrigens auch hier zu betonen, daß nicht die Querfläche am Stock bei Beurtheilung der Veränderungen der Wuchsform zu Grunde gelegt werden darf. Die Stockfläche gewährt keinen Anhalt über die Zuwachsgröße, noch weniger aber über die Zuwachsablagerung in den verschiedenen Stammhöhen.

Mit Bezug auf den Bau des Holzes wird gegen den Lichtungszuwachs eingewendet, daß durch die Lichtung eine Verbreiterung der Jahrringe und ein ungleichmäßiger Bau des Holzes veranlaßt werde. Dieser Einwand beruht auf Betrachtungen des Stockabschnittes und hat — abgesehen von einigen Ausnahmefällen — nur Berechtigung für den untersten Stammtheil.

Es ist hier zu bedenken, daß eine erhebliche Zuwachssteigerung nicht auch eine erhebliche Ringverbreiterung voraussetzt. Erstere kann stattfinden bei fort und fort gleichbleibender Ringbreite. Nur ausnahmsweise war daher bei den untersuchten Stämmen von Brusthöhe aufwärts eine störende Verbreiterung der Jahrringe bemerkbar. Hieraus erklärt es sich, daß vielfach namentlich bei der Kiefer die Existenz des Lichtungszuwachses bezweifelt wird, weil sich oft erheblich breitere Jahrringe nicht konstatiren lassen.

Eine starke Verbreiterung der Jahrringe nach der Lichtung und in Folge hiervon ein sehr ungleichmäßiger Bau des Holzes ergibt sich in der Regel nur in jenen Fällen, wenn unterdrückt oder im gedrängten Schlusse erwachsene Stämme (Tanne, Fichte) in Licht- oder Freistellung übergeführt werden. Werden jedoch Stämme, welche im Bestandesschlusse der herrschenden Klasse angehörten, allmählich, wie es immer Regel sein sollte, licht gestellt, so werden trotz namhaften Lichtungszuwachses die Jahrringe sich nicht auffallend und störend verbreitern.

Vom theoretischen Standpunkte aus ist es nur bei einem aus dem Durchforstungsbetriebe in natürlicher Entwickelung hervorgehenden Lichtungsbetriebe möglich, vollkommen gleichmäßiges Holz zu erziehen. Beim Erwachsen der Stämme im Bestandesschlusse bis zum Abtrieb im hohen Alter muß die Jahrringbreite sich fort und fort verringern. Gleichmäßigkeit im Bau des Holzes bedingt eine hohe Werthschätzung. Engringigkeit dagegen ist an sich kein Gegenstand besonderer Nachfrage

und nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse, die wir vor allem den wichtigen Untersuchungen R. Hartig's verdanken, kein Beweis für die Güte des Holzes. Im großen Handel ist diese Thatsache wohl bekannt und so ist z. B. schwedisches Fichtenholz an den Hafenplätzen der Ost- und Nordsee wenig geschätzt, da es erfahrungsgemäß von geringer Dauer ist. Andererseits werden Kiefernüberhälter, welche Jahrzehnte lang im Lichtstand sich befunden haben und hier zu beträchtlichen Dimensionen herangewachsen sind, (wie die Kiefern des Bamberger Hauptsmoores, vieler Staatswaldungen Südbayerns u. s. w.) ganz besonders geschätzt und den Kiefern aus geschlossenen Beständen weit vorgezogen.

Was Ungleichmäßigkeiten im Bau des Holzes betrifft, so ist längst bekannt,* daß Witterungsextreme und dergl. in geschlossenen Beständen viel drastischeren Ausdruck finden als an Stämmen im Licht- oder Freistande.

Das spezifische Gewicht ist der allgemeine Maßstab für die Güte des Holzes.

Die Holzqualität des Jahrringes ist von dem Verhältniß des Frühjahrsholzes zum Sommerholze abhängig. Dieses Verhältniß ist bedingt durch die Ernährungsweise des Kambiums.** Ist diese eine günstige, wie im Lichtstande nach der Steigerung des Massenzuwachses in Folge der Lichtung angenommen werden muß, so wird auch das im Lichtstand erzeugte Holz durch höhere Qualität sich auszeichnen. Dies scheint jedoch in den ersten Jahren nach der Lichtung nicht der Fall zu sein; denn es ergibt sich hier kaum ein merklicher Unterschied in der Qualität des Holzes gegenüber dem Schlußstande. Der besseren Ernährung wirkt hier in Folge direkter Insolation des Bodens ein frühzeitiges Erwachen der kambialen Thätigkeit entgegen, wodurch die Erzeugung reichlichen Frühjahrsholzes begünstigt wird. Eine überwiegende Bildung dickwandiger Organe (des Sommerholzes) erscheint hier zunächst auf die besonders starker Besonnung ausgesetzten Stellen des Schaftes beschränkt und gelangt in der Erscheinung des „Rothbruches“ (s. S. 18) somit in der Erzeugung von Holz sehr hoher Qualität zum Ausdruck.

Die Bildung dünnwandiger Organe in der ersten Zeit der Lichtung ist neben dem verfrühten Beginne der kambialen Thätigkeit (etwa Ende April oder Anfang Mai mit kurzen Tagen, schwacher Licht- und Wärmewirkung) zugleich der anfänglich etwas dürftigen Nahrungszufuhr zuzuschreiben, indem die Krone sich nur allmählich dem Lichtstande anzupassen vermag.

Dagegen ist die Qualität des in den späteren Jahren des Lichtstandes gebauten Holzes, — besonders nach Eintritt von Bodenschutz, — zweifellos höher als die Qualität des im Bestandsschluß gewachsenen Holzes.*

Diesbezügliche Untersuchungen konnten bis jetzt nur einen mäßigen Umfang gewinnen. Es wurde nur das spezifische Gewicht in Brusthöhe an lufttrockenen Abschnitten ermittelt. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Holzfaser schien von geringer forsttechnischer Bedeutung und um so weniger geboten, als durch die Untersuchungen von R. Hartig und Sachs festgestellt ist, daß das spezifische Gewicht der Holzfaser für alle Holzarten, für Kern- und Splintholz ziemlich gleich ist, so daß also anzunehmen ist, daß die Holzfaser auch in Folge der Lichtung ihr durchschnittliches Gewicht von 1,56 nicht merklich ändere.

Die Bestimmung des Lufttrocken-Gewichtes ergab in Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von R. Hartig** und Nördlinger*** bei dem im Lichtstande erzeugten Holze eine Gewichtszunahme und damit einen Beweis für die Erhöhung der Qualität.

Das spezifische Gewicht ist nähmlich

	vor der Lichtung	nach der Lichtung
a) bei Fichte	0,46	0,53
b) „ Kiefer	0,49	0,60
c) „ Tanne	0,45	0,56

Beachtenswerth erscheinen hier ferner die Volumveränderungen des Holzes während des Austrocknungsprozesses. Während nemlich gewöhnlich der innere Theil des Holzkörpers (der Kern) langsamer und weniger schwindet als der äußere Theil (der Splint), zeigen mehrere im trockenen Raume aufbewahrte, entrindete Abschnitte von Lichtstandsstämmen die merkwürdige Erscheinung, daß der vor der Lichtungszeit gebaute Holzkörper stärker und rascher schwindet als der im Lichtstand erzeugte. Letzterer zeigte zwar nach 1—2 Jahren viele kleine Risse, ersterer dagegen neben kleinen auch mehrere große Schwindrisse, welche sich bis zum ersten Jahresring der Lichtstellung mehr und mehr erweitern, dort aber plötzlich abbrechen, oder sehr verengt radial sich fortsetzen und zwar ohne die Peripherie der Querfläche zu erreichen. Bisweilen folgen diese Risse — statt in radialer Fortsetzung die Lichtstandszone zu spalten — dem Jahrringverlauf an der Grenze jener Zone und trennen dadurch den vor und nach der Lichtung gebauten Holzkörper.

Nach R. Hartig steht das Schwinden des Holzes im Verhältniß zur Holzsubstanz, d. h. je größer die

* Nördlinger, Kritische Blätter, Band 47. S. 43.

** R. Hartig, das Holz der deutschen Nadelwaldbäume, S. 104 ff.

* Gayer, Forstbenutzung S. 27, S. 54, S. 67.

** R. Hartig, das Holz der deutschen Nadelwaldbäume a. a. O.

*** Nördlinger, Krit. Blätter 47. S. 38 und 52. Nördlinger hat nachgewiesen, daß das schwerste Holz des ganzen Stammes in den als Folge der Lichtstellung entstandenen breiten Jahrringen liege und hat gefunden, daß Eichensplintholz vor der Lichtung das spezifische Gewicht 0,75, nach der Lichtung 0,90 hat.

durch das spezifische Gewicht ausgedrückte Holzsubstanz ist, desto größer ist auch das Schwinden.* Da nun hier das im Bestandesschluß erzeugte spezifisch leichtere Holz ein stärkeres Schwinden zeigt als das im Lichtstand erwachsene, schwerere Holz, so wäre diese Erscheinung nach R. Hartig nur durch die geringere Ringbreite ersteren Holzes zu erklären. Die Betrachtung der Querscheiben, welche obige eigenthümliche Schwindungsverhältnisse zeigen, gibt eine befriedigende Erklärung, indem die Jahrringe vor der Lichtung merklich enger sind als nach derselben.

6) Zuwachsprozent.

Zur Bemessung des wirthschaftlichen Einflusses der Lichtung und zur Beurtheilung und Vergleichung der Zuwachsleistungen im Lichtstande kann es erwünscht sein, statt der absoluten Zuwachsgröße das Verhältniß kennen zu lernen, welches zwischen dem Zuwachs und der Masse besteht, an welcher der Zuwachs erfolgte. Dieses Verhältniß wird bekanntlich in der Form eines Prozentes, nämlich $p = \frac{z}{m} . 100$ dargestellt.**

Da die einjährige Zuwachsgröße leicht von Zufälligkeiten beeinflußt wird und häufig nicht scharf bestimmbar ist, und überdies die Berechnung der Zuwachsprozente für die einzelnen Jahre der Schluß- und Lichtstandsperioden bei sämmtlichen Untersuchungsstämmen eine sehr langwierige und undankbare Arbeit gewesen sein würde, so wurden durchschnittliche periodische Zuwachsprozente berechnet nach der Formel

$$p = \frac{\frac{Z}{n}}{m} . 100$$

wobei Z die Zuwachsgröße der Periode, n die Anzahl Jahre der Periode, $\frac{Z}{n}$ also der durchschnittliche jährliche Zuwachs der Periode, m die Masse am Anfang der Periode bezeichnet.

Da nach der Formel $p = \frac{z}{m} . 100$ das Zuwachsprozent nur für ein Jahr richtig berechnet werden kann, so muß, wenn es sich z. B. um Erhebungen über die finanziellen Nutzleistungen der durch die Lichtstandsstämme dargestellten Kapitalien, um Bestimmung der Hiebsreife u. dergl. handelt, das Zuwachsprozent unter Zugrundelegung der Zinseszinsen berechnet werden. Dies geschah daher auch und zwar nach der Preßler'schen Näherungsformel

$$p = \frac{M - m}{M + m} . \frac{200}{n}$$

wobei M und m die Masse des Stammes am Ende bezw. am Anfang der Periode, n die Anzahl Jahre der Periode darstellt.

Der Betrachtung der Zuwachsprozente vor und nach der Lichtstellung haben hier einige bekannte Sätze über das Zuwachsprozent im Allgemeinen voranzugehen.

1) Das Zuwachsprozent nimmt mit wachsendem Baumalter ab. Ausnahmen hiervon ergeben sich nur bei ungewöhnlichen Zuwachssteigerungen.
2) Je stärker ein Baum in der Jugend zuwächst, desto rascher sinkt sein Zuwachsprozent.
3) Rasch erwachsene Stämme oder Stämme mit hohem Massengehalt haben im höheren Alter geringere Zuwachsprozente als langsam erwachsene und schwache Stämme.
4) Die Zuwachsprozente sinken um so rascher, je besser der Standort ist. (R. Hartig.)
5) Bei Lichtholzarten zeigt das Zuwachsprozent ein beschleunigtes Sinken, sobald der Stamm mit den Nachbarstämmen in Schluß tritt; weniger rasch sinkt das Zuwachsprozent bei Schattenholzarten, wenn deren Krone in Bedrängung kommt.
6) Starke Durchforstungen ergeben meist als unmittelbare Folge eine Steigerung des Zuwachsprozentes, wiederholte starke Durchforstungen aber bedingen ein frühzeitiges Sinken des Zuwachsprozentes im ganzen Bestand.

Aus vorstehenden Sätzen lassen sich mehrere Schlüsse auf das Zuwachsprozent im Lichtstande ziehen, welche durch die Berechnungsergebnisse bestätigt werden.

a) Bei den meisten Stämmen ist das Zuwachsprozent vor der Lichtstellung im Sinken begriffen, wie nach Satz 1) zu erwarten. Nur an 12 Stämmen* zeigt sich eine geringe Steigerung des Prozentes.** Es sind dies meist Stämme von mäßigen Dimensionen, welche durch die natürliche Bestandesverlichtung oder in Folge einer Durchforstung vor der eigentlichen Lichtstellung schon eine Zuwachssteigerung erfahren hatten.
b) Bei Umkehrung des Satzes 5) und namentlich nach Satz 6) ist zu erwarten, daß die Lichtstellung eine Steigerung des Zuwachsprozentes veranlasse. Dies ist unmittelbar nach der Lichtung der Fall bei 57 Stämmen*** und unmittelbar bei 37 Stämmen,† bei

* R. Hartig, Holz der deutschen Nadelwaldbäume S. 105.
** Baur, Holzmeßkunde 1875. S. 368. — Kunze, Lehrbuch der Holzmeßkunst 1873. S. 219. — Ganghofer, forstl. Versuchswesen 1881. S. 222.

* Fi Nr. 25, 82, 84, 87. — Ki Nr. 31, 50, 99. — Ta Nr. 26, 69, 77, 79, 83.
** Siehe unter B. V und VI S. 27.
*** Siehe unter I und II. S. 27.
† Siehe unter III und IV. S. 27.

welchen das Sinken des Zuwachsprozentes nach der Lichtstellung eine Verzögerung erleidet.

c) Je besser der Standort (nach Satz 4), je rascher das Wachsthum vor der Lichtstellung und je größer die bis dahin erreichten Dimensionen (Satz 2 und 3), desto geringer das Zuwachsprozent.

In Bezug auf den Verlauf des Zuwachsprozentes zerfallen die Stämme nach Obigem zunächst in 2 Hauptgruppen, nämlich in Stämme, deren Zuwachsprozent vor der Lichtung im Sinken begriffen war (94 Stämme), und in Stämme, deren Zuwachsprozent vor der Lichtung noch im Steigen begriffen war (12 Stämme).

Die erste Hauptgruppe kann in weitere 4 Gruppen zerlegt werden. (Tafel B.)

I. Das Zuwachsprozent steigt in der I. Periode nach der Lichtstellung, fällt sodann zumeist, um bisweilen später abermals zu steigen. Hierher gehören

23 Fichten
16 Kiefern } 45 Stämme.*
6 Tannen

II. Das Zuwachsprozent steigt nach der Lichtstellung ziemlich rasch, ermäßigt sich aber vielfach während des weiteren Lichtstandes, so

bei 8 Fichten
„ 3 Kiefern } bei 12 Stämmen.**
„ 1 Tanne

III. Das Zuwachsprozent fällt nach der Lichtstellung in ermäßigter Weise, meist um später wieder zu steigen; dies ist der Fall

bei 18 Fichten
„ 4 Kiefern } bei 27 Stämmen.***
„ 5 Tannen

IV. Das Zuwachsprozent fällt nach der Lichtung fort und fort, aber in vermindertem Maße

bei 7 Fichten
„ 3 Kiefern } bei 10 Stämmen.†

Die zweite Hauptgruppe, welche 12 Stämme umfaßt, deren Zuwachsprozente vor der Lichtung noch im Steigen begriffen waren, zerfällt in zwei weitere Gruppen:

* I. Fi Nr. 1, 3, 5, 11, 19, 20, 22. 24, 27, 29, 32, 41, 44, 56, 58, 59, 63, 64, 65, 92, 93, 94, 105. — Ki Nr. 2, 35, 36, 38, 42, 45, 47, 48, 51, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102. — Ta Nr. 39, 40, 43, 57, 70, 103.

** II. Fi Nr. 53, 71, 73, 74, 75, 78, 80, 88. — Ki Nr. 15, 52, 55. — Ta Nr. 4.

*** III. Fi Nr. 7, 8, 9, 10, 13, 16, 18, 33, 34, 37, 60, 61, 62, 68, 72 81, 89, 91. — Ki Nr. 14, 23, 46, 49. — Ta Nr. 54, 76, 85, 86, 104.

† Fi Nr. 6, 12, 21, 30, 67, 90, 106. — Ki Nr. 17, 28, 66.

V. Das Zuwachsprozent nimmt in der 1. Periode nach der Lichtstellung ab, im weiteren Verlauf derselben aber wieder zu

bei 3 Fichten
„ 2 Tannen } bei 5 Stämmen.*

VI. Das Zuwachsprozent nimmt nach der Lichtstellung noch weiter zu, häufig in verstärktem Maße

bei 1 Fichte
„ 3 Kiefern } bei 7 Stämmen.**
„ 3 Tannen

Das geschilderte Verhalten ergibt sich bei Berechnung der Prozente sowohl nach der Formel $p = \frac{\frac{Z}{n}}{m} . 100$ wie nach der Preßler'schen Näherungsformel $p = \frac{M - m}{M + m} \cdot \frac{200}{n}$. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Formeln besteht darin, daß die Zuwachsprozente nach der Preßler'schen Formel einen stetigeren und gleichmäßigeren Verlauf zeigen, sowie daß sie stets kleiner sind als die einfachen Zuwachsprozente. Dieser Unterschied ist aber um so geringer, je niedriger sich die Zuwachsprozente überhaupt berechnen, d. h. je größer die Holzmassen der Stämme oder je kleiner die absoluten Zuwachsgrößen sind.

Ein ähnliches Verhältniß wie zwischen dem einfachen und dem Preßler'schen Zuwachsprozente besteht zwischen dem letzteren und dem mathematisch streng richtigen Prozente nach der Formel $p = 100\left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right)$. Während aber der Unterschied zwischen letzterem und dem stets etwas zu kleinen Preßler'schen Prozente selten über 0,15 beträgt, ist das einfache Zuwachsprozent nicht selten um 1 — 2 Einheiten größer als das Preßler'sche.

Es erübrigt hier noch eine kurze Besprechung der Frage über die Anwendbarkeit der nach dem Stärke- oder Flächenzuwachs in einer bestimmten Stammhöhe ermittelten Zuwachsprozente zur Massenzuwachsbestimmung der Stämme im Lichtstande.

Wie von verschiedenen Seiten nachgewiesen***, liefert das Preßler'sche Zuwachsprozent der Mittenflächen zuwachsrecht entgipfelter Stämme — als Zuwachsprozent für die Schaftmassen angewendet — ziemlich brauchbare und genaue Resultate. Jene Mittenflächen liegen bei Stämmen im Lichtstande gerade in jenem Theil des Schaftes, wo die durch die Lichtstellung veranlaßten Veränderungen der Zuwachsablagerung im oberen und

* I. Fi Nr. 25, 82, 84. — Ta Nr. 79, 83.

** II. Fi Nr. 87. — Ki Nr. 31, 50, 99. — Ta Nr. 26, 69, 77.

*** Taeger, Allgem. Forst- und Jagd-Ztg. 1867 S. 170. Nördlinger, Th., Zuwachs und Zuwachsprozent. Allgem. Forst- u. Jagd-Ztg. 1884 S. 265.

unteren Schafttheile sich einigermaßen ausgleichen. Bei längerem Lichtstand rückt die geeignete Stelle zur Bestimmung der Zuwachsprozente von der zuwachsrechten Mitte gegen die Mitte der Scheitelhöhe empor.

Es scheint indeß, daß von diesem Verfahren der Zuwachsbestimmung in der Praxis selten Anwendung gemacht wird, wenigstens gegenüber jenen Methoden, welche die Ermittelung der Massenzuwachsprozente nach dem Grundstärkenzuwachs am stehenden Stamme zum Zwecke haben.

Es liegt in der Natur der Sache, daß letztere Verfahren nur eine geringe Genauigkeit besitzen. Diese wird um so geringer sein, je weniger die Veränderungen der Grundfläche in einem bestimmten Verhältnisse zur allgemeinen Massenzunahme stehen, wie dies in Folge der Lichtstellung der Fall ist.

Nachstehende Tabelle enthält eine vergleichende Zusammenstellung der verschiedenen Zuwachsprozente für die ersten fünf Untersuchungsstämme, welche als ziemlich charakteristisch und typisch für die Verhältnisse des Lichtungszuwachses angenommen werden können.

Zuwachs-Prozent-Formel.	Zuwachsprozente bei									
	Nr. 1 Fichte		Nr. 2 Kiefer		Nr. 3 Fichte		Nr. 4 Tanne		Nr. 5 Fichte	
	a. für die letzten 10 Jahre vor der Lichtstellung. b. für die ersten 10 Jahre nach der Lichtstellung.									
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
d =	258	308	320	372	340	418	265	314	380	460
δ =	2,3	5,0	3,2	5,2	1,6	7,8	2,5	4,9	3,6	8,0
l =	23,5	24,4	24,0	24,8	29,2	30,0	22,1	23,3	28,8	30,1
λ =	0,15	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,20	0,12	0,24	0,13
A. Einfache Zinsen.										
$p = \frac{\frac{Z}{n}}{m} \cdot 100$	2,61	4,74	2,84	3,78	1,78	3,79	3,35	4,10	2,75	4,67
$p = 100 \left(\frac{2\,\delta}{d} + \frac{\lambda}{l}\right)$	2,42	3,61	2,33	3,08	1,22	4,00	2,79	3,64	2,72	3,91
$p = \frac{400}{d \cdot n}$ { p	1,78	3,25	2,00	2,73	0,94	**3,81**	1,89	3,12	1,89	3,47
$1\frac{1}{4}$ p	2,22	4,06	2,50	3,41	1,17	4,76	2,36	**3,90**	2,36	**4,32**
$1\frac{1}{2}$ p	**2,67**	**4,88**	**3,00**	**4,09**	1,41	5,72	2,84	4,68	**2,84**	5,71
$1\frac{3}{4}$ p	3,12	5,69	3,50	4,78	**1,64**	6,67	**3,30**	5,46	3,31	6,07
B. Zinseszinsen.										
$p = \frac{M - m}{M + m} \cdot \frac{200}{n}$	2,32	3,84	2,48	3,18	1,64	3,20	2,86	3,40	2,41	3,78
$p = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1\right)$	2,34	3,95	2,53	3,26	1,65	3,26	2,93	3,50	2,46	3,91
$p_I = \frac{r^2 - (r-1)^2}{r^2 + (r-1)^2} \cdot \frac{200}{n}$	1,9	3,6	2,1	**3,0**	0,9	**4,1**	2,0	**3,4**	2,0	**3,7**
$p_{II} = \frac{r^{2^{\frac{1}{3}}} - (r-1)^{2^{\frac{1}{3}}}}{r^{2^{\frac{1}{3}}} + (r-1)^{2^{\frac{1}{3}}}} \cdot \frac{200}{n}$	**2,2**	4,0	**2,5**	3,5	1,1	4,8	2,4	3,9	2,3	4,3
p_{III} = ...	2,5	4,6	2,8	3,9	1,3	5,4	2,7	4,5	**2,6**	4,9
p_{IV} = ...	2,8	5,2	3,1	4,4	1,5	6,1	**3,0**	5,0	3,0	5,5
$p_V = \frac{r^{3^{\frac{1}{3}}} - (r-1)^{3^{\frac{1}{3}}}}{r^{3^{\frac{1}{3}}} + (r-1)^{3^{\frac{1}{3}}}} \cdot \frac{200}{n}$	3,1	5,8	3,5	4,9	**1,7**	6,7	3,4	5,6	3,3	6,1

Die Zuwachsprozente der Tabelle sind bei jedem Stamm für die letzte Periode vor und die erste Periode nach der Lichtstellung ermittelt und ausgeschieden, je nachdem sich die Formeln auf einfache oder auf Zinseszinsen gründen.

Die Prozentzahlen jener Stammformklassen oder Stufen, in welche nach sorgfältigem Ermessen der Umstände die Stämme einzuschätzen waren, sind unterstrichen, während die mit den genau berechneten Prozenten zunächst übereinstimmenden Zahlen fett gedruckt er-

scheinen. Dabei ist zu bemerken, daß eine Reihe von Fehlerquellen bei dieser Einschätzung von vorneherein ausgeschlossen war, weil z. B. die Höhe, der Kronenansatz, die Durchmesser stets genau bekannt waren und nicht, — wie dies bei der sonstigen Anwendung jener Formeln der Fall ist, — auf Schätzung beruhten.

Aus der Tabelle ergibt sich, daß die Breymann'sche Formel $p = 100 \left(\frac{2\delta}{d} + \frac{\lambda}{l}\right)$, wobei d und l die gegenwärtige Grundstärke, und Höhe δ u. λ den jährlichen Grundstärken- und Höhenzuwachs bezeichnen, in der Regel Resultate ergibt, welche zwischen dem einfachen Prozent

$$p = \frac{\frac{z}{n}}{m} . 100$$

und dem mathematisch genauen Prozent

$$p = 100 \sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1$$ stehen.

Bei der Schneider'schen Formel $p = \frac{400}{n.d}$ (wobei d die gegenwärtige Grundstärke, n die Anzahl Jahre, welche auf 1 cm Zuwachs treffen oder $\frac{2}{n} = \delta$ den jährlichen Stärkezuwachs bezeichnet), möchte man erwarten, daß die Zuwachsprozente vor der Lichtung etwa $1\frac{1}{2}$ p, die Prozente nach der Lichtung ungefähr $1\frac{1}{4}$ p entsprechen. Ersteres trifft ziemlich zu, dagegen schwanken die Prozente für die Periode nach der Lichtung von p bis $1\frac{1}{2}$ p unter Einflüssen, die sich jeder Schätzung entziehen.

Bei der „eingränzenden Zuwachsschätzung" nach Preßler werden ähnlich wie bei der Schneider'schen Formel je nach Höhenwuchs, der tieferen oder höheren Beastung, nach Schlußverhältnissen und Alter mehrere Stammformklassen oder Stufen unterschieden. Um die diesen Stufen entsprechenden Zuwachsprozente zu erhalten, werden in der Zuwachsprozentformel für zuwachsrecht entgipfelte Stämme, nämlich

$$p = \frac{r^2 - (r-1)^2}{r^2 + (r-1)^2} \cdot \frac{200}{n}$$

(wobei der relative Durchmesser $r = \frac{d}{a}$ und a = dem periodischen Stärkenzuwachs also $= 10 . \delta$ ist) als Exponenten von r und (r—1) nach und nach die Werthe 2, $2\frac{1}{3}$, $2\frac{2}{3}$, 3 und $3\frac{1}{3}$ gesetzt.* Die 5 Stämme wären für die Periode vor der Lichtstellung in die IV. Stufe einzuschätzen. Diese Stufe ist gekennzeichnet durch mittelmäßigen bis vollen Höhenzuwachs und mittleren Kronenansatz (in $\frac{2}{3}$ Höhe). Die wirklichen Prozente liegen aber in drei Fällen unter der IV., nämlich bei Fi Nr. 1, a. Ki 2 . a Fi 5 . a und im 1 Fall bei F 3 . a über der IV. Stufe. In der Periode nach der Lichtstellung ist weder in Bezug auf Höhenwuchs noch auf Kronenansatz eine Veränderung eingetreten, die Stammform aber hat sich gleichwohl unter dem Einfluß der Lichtstellung derart verändert, daß die Zuwachsprozente in vier Fällen, nämlich bei Ki Nr. 2b Fi Nr. 3b. Ta Nr. 4b und Fi Nr. 5b der seltenen I. Stufe angehören oder selbst noch tiefer stehen. Nur in einem Falle, nämlich bei Fi Nr. 1b stimmt das Prozent mit der eingeschätzten II. Stufe annähernd überein.

* Preßler, forstliches Hilfsbuch, Tafel 23 und 24.

Bei der geringen Anzahl der in Betracht gezogenen Stämme ist wohl ein abschließendes Urtheil über die Anwendbarkeit der bezeichneten Prozentformeln auf Stämme im Lichtstande unzulässig. Jedenfalls geht aber aus Vorstehendem hervor, daß jene Verfahren der Zuwachsermittelung am Stehenden sehr geringe Sicherheit bieten, und daß es, — wie schon oben bei Betrachtung des Stärken- und Flächenzuwachses betont, — sehr schwer ist, nach dem Zuwachs der Grundfläche den Massenzuwachs von Lichtstandsstämmen zu beurtheilen und zu bemessen.

Schluß.

Vorstehende Ausführungen mögen einen kleinen Beitrag liefern zur Lösung der Frage über Lichstandszuwachs und zur Würdigung der Bedeutung desselben für Wirthschaft und Wissenschaft. Zugleich möge durch die häufig nur andeutungsweise und keineswegs erschöpfend mitgetheilten Thatsachen ein Beweis erbracht sein, daß nicht ohne Bedenken der Satz festgehalten werden könne, daß „wir bei Ausmittelung des Zuwachses mit einer bloßen Kraftäußerung der vegetabilischen Natur zu thun haben, welche sich nicht immer dem menschlichen Willen und den auf bestimmten Voraussetzungen gegründeten Formeln unterordne". Gerade die Zuwachslehre hat bereits eine so umfassende wissenschaftliche Begründung und Ausbildung erfahren, daß man sich wohl nicht länger der Einsicht verschließen kann, daß wie in der gesammten übrigen Natur so auch im Walde nirgends Willkür und Zufall herrschen, daß jede Erscheinung eine natürliche Nothwendigkeit ist, ein mathematisches Produkt gewisser Faktoren, deren Existenz und gesetzmäßige Funktionen wir nicht deßhalb leugnen dürfen, weil wir sie nach Größe, Werth und innerem Zusammenhange nicht kennen, vielleicht niemals genau kennen werden. Von der zunehmenden Erkenntniß jener Faktoren ist jeder Fortschritt bedingt. Regeln kennt der Wald allerdings nicht, aber er folgt den ewigen Gesetzen der Natur, mögen diese in räumlichen Gestalten oder in Zahlenreihen sich aussprechen.

Zusammenstellung der Untersuchungs-

Der untersuchte

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung. Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung. 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung. Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Fichte	a. 78 b. 90	16,6	6	20	0,3608	0,5151	0,1543	p_1 4,28 p_2 3,52	0,6494	0,1343	p_1 2,61 p_2 2,32	0,9574	0,3080	p_1 4,74 p_2 3,84
2. Kiefer	a. 79 b. 90	16,8	8	57	0,5452	0,7888	0,2436	p_1 4,47 p_2 3,65	1,0124	0,2236	p_1 2,84 p_2 2,48	1,3952	0,3828	p_1 3,78 p_2 3,18
3. Fichte	a. 102 b. 115	18	6	44	0,8593	1,0699	0,2076	p_1 2,42 p_2 2,16	1,2566	0,1897	p_1 1,78 p_2 1,64	1,7323	0,4757	p_1 3,79 p_2 3,20
4. Tanne	a. 74 b. 90	14,4	7	100	0,2832	0,4864	0,2032	p_1 7,18 p_2 5,28	0,6492	0,1628	p_1 3,35 p_2 2,86	0,9156	0,2664	p_1 4,10 p_2 3,40
5. Fichte	a. 83 b. 95	19	7	44	0,8700	1,2312	0,3612	p_1 4,15 p_2 3,43	1,5694	0,3382	p_1 2,75 p_2 2,41	2,3019	0,7325	p_1 4,67 p_2 3,78
6. „	a. 82 b. 100	16	5	200	0,4610	0,7194	0,2584	p_1 5,61 p_2 4,37	1,0324	0,3130	p_1 4,35 p_2 3,57	1,3622	0,3298	p_1 3,19 p_2 2,76
7. „	a. 110 b. 128	22	6	100	0,6992	0,8675	0,1683	p_1 2,41 p_2 2,15	1,0051	0,1376	p_1 1,59 p_2 1,47	1,1212	0,1161	p_1 1,28 p_2 1,09
8. „	a. 112 b. 130	20	5	56	1,0487	1,2337	0,1850	p_1 1,76 p_2 1,62	1,4207	0,1870	p_1 1,51 p_2 1,44	1,5430	0,1223	p_1 0,86 p^2 0,81
9. „	a. 78 b. 90	14	6	130	0,1752	0,3132	0,1380	p_1 7,88 p_2 6,15	0,4547	0,1425	p_1 4,55 p_2 3,71	0,6543	0,1980	p_1 4,36 p_7 3,67
10. „	a. 140 b. 152	18	7	80	1,3273	1,4303	0,1170	p_1 1,11 p_2 0,85	1,5439	0,1136	p_1 0,79 p_1 0,76	1,6819	0,1380	p_1 0,89 p_2 0,86
11. „	a. 106 b. 118	20	6	66	0,8645	1,6085	0,1440	p_1 1,67 p_2 1,53	1,1711	0,1626	p_1 1,61 p_2 1,49	1,4018	0,2307	p_1 1,97 p_2 1,79
12. „	a. 66 b. 84	12,4	8	133	0,1772	0,3476	0,1704	p_1 9,62 p_2 6,63	0,5963	0,2487	p_1 7,15 p_2 5,26	0,8270	0,2307	p_1 3,87 p_2 3,24

ergebnisse über Lichtungszuwachs.

Stammergab: 20 Jahre stellung: Kubik-Inhalt (cbm)	10 jähr. Zuwachs (cbm)	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	zur Zeit der Aufnahme: Kubik-Inhalt (cbm)	x jähr. Zuwachs (cbm)	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Sortimente: Derbholz: Nutzholz (fm)	Brennholz (fm)	Reisholz (fm)	Brusthöhendurchmesser (mm)	Scheitelhöhe (m)	Massengehalt (cbm)	Idealwalze (cbm)	Schaftformzahl	Bemerkungen.
									a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme:					
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
.		.	1,0051	x = 2 0,0477	p_1 2,49 p_2 2,28	0,919 = 0,991	0,072		a. 258 b. 317	23,5 24,6	0,6499 1,0051	1,2291 1,9409	0,529 0,518	
.	.	.	1,6032	x = 4 0,2080	p_1 3,73 p_2 3,47	1,142 = 1,603	0,461		a. 319 b. 396	24,8 25,6	1,0126 1,6054	1,9815 3,1539	0,511 0,509	
.	.	.	1,8825	x = 2 0,1502	p_1 4,34 p_2 4,16	1,709 = 1,864	0,155		a. 340 b. 428	29,2 30,2	1,2575 1,8825	2,6514 4,3457	0,474 0,433	
.		.	1,1685	x = 6 0,2529	p_1 4,60 p_2 4,04	0,897 = 1,161	0,264		a. 265 b. 364	22,1 23,9	0,6492 1,1688	1,2199 2,4880	0,532 0,470	
		.	2,3925	x = 2 0,0906	p_1 1,97 p_2 1,93	2,180 = 2,389	0,289		a. 381 b. 469	28,80 30,30	1,5695 2,3925	3,2832 5,2358	0,478 0,457	
	.	.	1,6204	x = 8 0,2582	p_1 2,37 p_2 2,16	1,337 = 1,615	0,278		a. 316 b. 390	27,6 28,7	1,0325 1,6204	2,1639 3,4291	0,477 0,472	
.	.	.	1,3469	x = 8 0,2257	p_1 2,52 p_2 2,29	1,279 = 1,337	0,058		a. 313 b. 350	30,90 31,40	1,0051 1,3469	2,3763 3,0207	0,423 0,446	
		.	1,6870	x = 8 0,1440	p_1 1,17 p_2 1,12	1,266 = 1,680	0,414		a. 324 b. 354	31,2 34,4	1,4207 1,6870	2,5050 3,0701	0,561 0,550	
.	.	.	1,0302	x = 8 0,3759	p_1 7,18 p_2 5,58	0,782 = 1,024	0,242		a. 218 b. 331	22,7 25,4	0,4557 1,0302	0,8467 2,1844	0,558 0,472	
.		.	1,7289	x = 2 0,0470	p_1 1,40 p_2 1,38	1,371 = 1,723	0,352		a. 365 b. 384	30,2 30,7	1,5439 1,7289	3,1560 3,5551	0,489 0,486	
.		.	1,4532	x = 2 0,0514	p_1 1,83 p_2 1,80	1,412 = 1,449	0,037		a. 331 b. 360	29,2 30,7	1,1716 1,4533	2,5112 3,1253	0,467 0,465	
.	.	.	1,1609	x = 8 0,2339	p_1 3,54 p_2 2,94	0,740 = 1,154	0,414		a. 258 b. 352	23,0 24,9	0,5963 1,1612	1,2029 2,4228	0,496 0,479	

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	Der untersuchte — 20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13 Fichte	a. 80 b. 98	14	7	400	0,2808	0,4672	0,1864	p_1 6,64 p_2 4,98	0,6934	0,2262	p_1 4,84 p_2 3,90	0,8906	0,1972	p_1 2,84 p_2 2,49
14. Kiefer	a. 54 b. 72	12,2	6	80	0,1792	0,2968	0,1176	p_1 6,56 p_2 4,94	0,4191	0,1223	p_1 4,12 p_2 3,42	0,5914	0,1732	p_1 4,11 p_2 3,43
15. Kiefer	a. 54 b. 72	12,2	6	80	0,1756	0,3084	0,1328	p_1 7,56 p_2 5,49	0,4346	0,1262	p_1 4,09 p_2 3,40	0,6575	0,2229	p_1 5,13 p_2 4,08
16. Fichte	a. 134 b. 152	17	6	66	0,6582	0,8016	0,1484	p_1 2,27 p_2 2,04	0,9718	0,1702	p_4 2,12 p_2 1,92	1,1481	0,1763	p_1 1,81 p_2 1,63
17. Kiefer	a. 70 b. 95	18	5	400	0,1930	0,2808	0,0828	p_1 4,18 p_2 3,50	0,3448	0,0640	p_1 2,28 p_2 2,04	0,4148	0,0700	p_1 2,03 p_2 1,84
18. Fichte	a. 63 b. 88	16,2	5	66	0,1356	0,2600	0,1244	p_1 9,17 p_2 6,29	0,4129	0,1529	p_1 5,88 p_2 4,54	0,5238	0,1109	p_1 2,69 p_2 2,36
19. „	a. 51 b. 63	12	4	24	0,0876	0,1752	0,0876	p_1 10,0 p_2 6,66	,02368	0,0616	p_1 3,52 p_2 2,99	0,4190	0,1822	p_1 7,69 p_2 5,56
20. „	a. 53 b. 60	11	4	40	0,0556	0,0964	0,0408	p_1 7,34 p_2 5,36	0,1407	0,0443	p_1 4,60 p_2 3,73	—	—	—
21. „	a. 80 b. 105	18	6	66	0,2768	0,4156	0,1388	p_1 5,01 p_2 4,01	0,6207	0,2051	p_1 4,94 p_2 3,96	0,8969	0,2762	p_1 4,45 p_2 3,64
22. „	a. 81 b. 106	17	6	80	0,2768	0,3924	0,1156	p_1 4,18 p_2 3,46	0,5421	0,1497	p_1 3,82 p_2 3,18	0,7611	0,2190	p_1 4,04 p_2 3,36
23. Kiefer	a. 65 b. 90	12	6	80	0,3272	0,4400	0,1128	p_1 3,45 p_2 2,94	0,5682	0,1282	p_1 2,91 p_2 2,54	0,6622	0,0940	p_1 1,65 p_2 1,53
24. Fichte	a. 88 b. 113	19	6	40	0,4396	0,5960	0,1564	p_1 3,56 p_2 3,02	0,7792	0,1832	p_1 3,07 p_2 2,66	1,0696	0,2904	p_1 3,73
25. „	a. 90 b. 115	20,5	6	100	0,6772	0,8764	0,1992	p_1 2,94 p_2 2,57	1,1467	0,2703	p_1 3 08 p_2 2,67	1,4683	0,3218	p_1 2,80 p_2 2,46
26. Tanne	a. 125 b. 150	15	6	80	0,9279	0,9939	0,0660	p_1 0,71 p_2 0,67	1,1499	0,1560	p_1 1,60 p_2 1,46	1,5217	0,3718	p_1 3,23 p_2 2,78

Stamm ergab: 20 Jahre vor der Lichtstellung: Kubik-Inhalt (cbm)	20 Jahre vor der Lichtstellung: 10 jähr. Zuwachs (cbm)	20 Jahre vor der Lichtstellung: Zuw. Proz. p_1 u. p_2	Zur Zeit der Aufnahme: Kubik-Inhalt (cbm)	Zur Zeit der Aufnahme: x-jähr. Zuwachs (cbm)	Zur Zeit der Aufnahme: Zuw. Proz. p_1 u. p_2	Sortimente: Derbholz: Nutzholz (fm)	Sortimente: Derbholz: Brennholz (fm)	Sortimente: Reisholz (fm)	Brusthöhendurchmesser (mm)	Scheitelhöhe (m)	Masseninhalt (cbm)	Idealwalze (cbm)	Schaftformzahl	Bemerkungen.
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
									a. zur Zeit der Lichtung, b. zur Zeit der Aufnahme.					
.	.	.	1,3009	x = 8 0,4103	p_1 5,76 p_2 4,67	1,152	0,149		a. 282 b. 371	240 263	0,6934 1,3034	1,5000 2,8431	0,462 0,459	
						1,301								
.	.	.	0,8259	x = 8 0,2345	p_1 4,96 p_2 4,14	0,496	0,330		a. 236 b. 317	21,1 22,2	0,4193 0,8288	0,9221 1,7516	0,455 0,473	
						0,826								
.	.	.	0,9578	x = 8 0,3003	p_1 5,71 p_2 4,65	0,821	0,130		a. 267 b. 357	18,2 21,3	0,4346 0,9585	1,0192 2,1321	0,426 0,450	
						0,951								
.	.	.	1,3767	x = 8 0,2286	p_1 2,49 p_2 2,26	1,357	0,015		a. 314 b. 352	272 294	0,9723 1,3772	2,1053 2,8608	0,462 0,481	
						1,372								
0,4957	0,0809	p_1 1,95 p_2 1,78	0,5432	x = 5 0,0475	p_1 1,92 p_2 1,83	0,510	0,028		a. 206 b. 247	21,0 22,6	0,3452 0,5433	0,6993 1,0826	0,494 0,502	
						0,530								
0,6560	0,1322	p_1 2,52 p_2 2,24	0,7718	x = 5 0,1158	p_1 3,53 p_2 3,24	0,680	0,088		a. 214 b. 273	22,9 25,3	0,4130 0,7723	0,8244 1,4801	0,501 0,522	
						0,768								
.	.	.	0,4827	x = 2 0,0637	p_1 7,60 p_2 7,07	0,321	0,162		a. 188 b. 250	17,8 20,8	0,2383 0,0213	1,4948 0,4851	0,482 0,475	
						0,483								
.	.	.	0,2305	x = 8 0,0943	p_1 8,37 p_2 6,85	0,173	0,058		a. 149 b. 183	158 167	0,1419 0,2351	0,2749 0,4392	0,516 0,535	
						0,321								
1,2978	0,4009	p_1 4,47 p_2 3,65	1,7185	x = 5 0,4207	p_1 6,48 p_2 5,58	1,591	0,127		a. 243 b. 403	27,0 30,8	0,6208 1,7213	1,2528 3,8406	0,495 0,438	
						1,718								
1,0737	0,2126	p_1 2,79 p_2 2,31	1,2842	x = 5 0,2105	p_1 3,92 p_2 3,57	1,184	0,095		a. 232 b. 348	262 291	0,7611 1,2845	1,1083 2,7674	0,489 0,464	
						1,279								
0,7405	0,0783	p_1 1,18 p_2 1,11	0,8506	x = 5 0,1101	p_1 2,97 p_2 2,77	0,743	0,099		a. 262 b. 300	22,2 25,2	0,5682 0,8513	1,1966 1,7816	0,475 0,478	
						0,842								
1,4388	0,3692	p_1 3,46 p_2 2,94	1,7655	x = 5 0,3267	p_1 4,54 p_2 4,08	1,704	0,056		a. 261 b. 395	28,7 31,4	0,7792 1,7661	1,5354 3,8466	0,507 0,458	
						1,760								
1,8815	0,4132	p_1 2,81 p_2 2,46	2,2162	x = 5 0,3347	p_1 3,56 p_2 3,26	2,165	0,048		a. 290 b. 386	28,6 30,6	1,1468 2,2162	1,8905 3,5803	0,607 0,619	
						2,213								
1,9179	0,3962	p_1 2,60 p_2 2,30	2,2053	x = 5 0,2874	p_1 3,00 p_2 2,79	2,140	0,061		a. 320 b. 441	27,3 30,7	1,1509 2,2054	2,1949 4,6880	0,524 0,471	Die Zuwachssteigerung vor der Lichtstellung ist auf eine Art Vorlichtung bezw. Durchforstung zurückzuführen.
						2,201								

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	Der untersuchte … zur Zeit der Lichtstellung. Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung. 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung. Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
27. Fichte	a. 103 b. 128	17	4	66	0,3936	0,5208	0,1272	p_1 3,23 p_2 2,78	0,6688	0,1480	p_1 2,84 p_2 2,48	0,8948	0,2260	p_1 3,38 p_2 2,89
28. Föhre	a. 41 b. 53	12	4	20	0,0272	0,1236	0,0964	p_1 35,44 p_2 12,78	0,2864	0,1628	p_1 13,17 p_2 7,94	0,4847	0,2023	p_1 7,07 p_2 5,24
29. Fichte	a. 72 b. 84	14	4	100	0,3006	0,4620	0,1614	p_1 5,37 p_2 4,23	0,6079	0,1459	p_1 3,16 p_2 2,79	0,9172	0,3093	p_1 5,09 p_2 4,05
30. "	a. 67 b. 92	12	6	66	0,1600	0,2936	0,1336	p_1 8,35 p_2 5,89	0,4562	0,1626	p_1 5,54 p_2 4,33	0,7081	0,2519	p_1 5,52 p_2 4,33
31. Kiefer	a. 135 b. 160	16	5	400	0,5673	0,6294	0,0621	p_1 1,09 p_2 1,04	0,7021	0,0727	p_1 1,16 p_2 1,09	0,8046	0,1025	p_1 1,46 p_2 1,36
32. Fichte	a. 142 b. 150	10	3,5	133	0,9044	1,0732	0,1688	p_1 1,87 p_2 1,71	1,2652	0,1920	p_1 1,79 p_2 1,64	—	—	—
33. "	a. 142 b. 150	11	4	80	0,4164	0,5052	0,0888	p_1 2,13 p_2 1,92	0,5958	0,0906	p_1 1,79 p_2 1,64	—	—	—
34. "	a. 67 b. 82	12	4,4	400	0,2460	0,4080	0,1620	p_1 6,59 p_2 4,95	0,5797	0,1717	p_1 4,21 p_2 3,48	0,8126	0,2329	p_1 4,02 p_2 3,34
35. Föhre	a. 65 b. 80	18	5	400	0,1952	0,3088	0,1136	p_1 5,82 p_2 4,50	0,4272	0,1184	p_1 3,83 p_2 3,22	0,6615	0,2343	p_1 5,48 p_2 4,30
36. "	a. 60 b. 70	18	4,5	400	0,0896	0,1400	0,0696	p_1 8,32 p_2 6,06	0,2253	0,0853	p_1 6,09 p_2 4,67	0,4317	0,2964	p_1 9,16 p_2 6,28
37. Fichte	a. 61 b. 76	8	6	400	0,2100	0,3876	0,1776	p_1 8,46 p_2 5,94	0,5892	0,2016	p_1 5,20 p_2 4,13	0,7846	0,1954	p_1 3,32 p_2 2,84
38. Föhre	a. 112 b. 120	16	2,5	22	0,3380	0,4048	0,0668	p_1 2,04	0,4798	0,0750	p_1 1,85	—	—	—
39. Tanne	a. 140 b. 150	10	4	20	0,1704	0,2324	0,0620	3,64	0,3005	0,0681	p_1 2,93	—	—	—
40. "	a. 165 b. 175	10	2,5	25	0,4125	0,4784	0,0661	1,60	0,5557	0,0773	p_1 1,62	—	—	—

Stamm ergab															
20 Jahre stellung			zur Zeit der Aufnahme			Sortimente			Brusthöhendurchmesser	Scheitelhöhe	Massengehalt	Idealwalze	Schaftformzahl		Bemerkungen.
						Derbholz		Reisholz.	a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme.						
Kubik-Inhalt.	10 jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Kubik-Inhalt.	10 jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Nutzholz.	Brennholz.								
cbm			cbm			fm			mm	m	cbm				
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
1,2923	0,3975	p_1 4,44	1,5390	x = 5 0,2467	p_1 3,82	1,496	0,038		a. 256	28,6	0,6689	1,4729	0,454		
		p_2 3,63			p_2 3,49	1,534			b. 389	31,4	1,5396	3,7304	0,412		
—	—	—	0,5484	x = 2 0,0597	p_1 6,11	0,488	0,054		a. 219	16,0	0,2864	0,6032	0,475		
					p_2 5,78	0,542			b. 269	19,4	0,5491	1,1019	0,498		
—	—	—	0,9928	x = 2 0,0576	p_1 4,12	0,852	0,135		a. 252	25,6	0,6081	1,2774	0,476		
					p_2 3,96	0,987			b. 321	27,4	0,9936	2,2167	0,448		
0,9941	0,2860	p_1 4,04	1,2059	x = 5 0,2118	p_1 4,26	1,157	0,043		a. 220	23,7	0,4571	0,9006	0,496		
		p_2 3,43			p_2 3,85	1,200			b. 350	28,3	1,2073	2,7225	0,443		
0,9715	0,1669	p_1 2,07	1,0474	x = 5 0,0579	p_1 1,56	0,950	0,096		a. 272	21,6	0,7024	1,2550	0,560		
		p_2 1,88			p_2 1,50	1,046			b. 333	22,2	1,0474	1,9336	0,542		
—	—	—	1,6876	x = 8 0,4224	p_1 4,17	1,420	0,245		a. 368	28,80	1,2653	3,6403	0,413		
					p_2 3,58	1,665			b. 429	29,50	1,6887	4,2628	0,396		
—	—	—	0,7857	x = 8 0,1899	p_1 3,98	0,716	0,067		a. 271	24,10	0,5958	1,3906	0,428		
					p_2 3,44	0,783			b. 305	25,0	0,7859	1,8275	0,430		
—	—	—	0,9976	x = 5 0,1850	p_1 4,55	0,933	0,064		a. 253	23,0	0,5803	1,1771	0,492		
					p_2 4,09	0,997			b. 355	24,4	1,0000	2,4156	0,414		
—	—	—	0,7753	x = 5 0,1138	p_1 3,52	0,716	0,054		a. 221	22,0	0,4280	0,8448	0,507		
					p_2 3,17	0,770			b. 282	23,4	0,7758	1,4625	0,531		
—	—	—	0,5471	x = 5 0,1154	p_1 5,35	0,352	0,190		a. 173	22,1	0,2253	0,5194	0,433		
					p_2 4,72	0,542			b. 258	24,4	0,5483	1,2761	0,430		
—	—	—	1,0155	x = 5 0,2209	p_1 5,63	0,941	0,075		a. 266	22,9	0,5894	1,2732	0,463		
					p_2 4,91	1,016			b. 356	24,2	1,0177	2,4079	0,423		
—	—	—	0,6698	x = 8 0,1900	p_1 4,95	0,517	0,147		a. 228	22,1	0,4798	0,9017	0,532		
					p_2 4,13	0,664			b. 262	22,7	0,6699	1,2236	0,548		
—	—	—	0,4985	x = 10 0,1980	p_1 6,59	0,463	0,057		a. 181	24,0	0,3010	0,6168	0,488		
					p_2 4,95	0,493			b. 230	25,3	0,5013	1,0500	0,467		
—	—	—	0,7146	0,1589	p_1 2,86	0,674	0,041		a. 254	21,0	0,5562	1,0647	0,522		
					p_2 2,56	0,715			b. 287	21,8	0,7173	1,4105	0,509		

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	Der untersuchte: 20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
41. Fichte	a. 110 b. 120	13	3,5	23	0,1756	0,2757	0,1001	p_1 5,70 p_2 4,44	0,3774	0,1017	p_1 3,69 p_2 3,11	—	—	—
42. Kiefer	a. 105 b. 115	10	6	18	0,3468	0,4452	0,0984	p_1 2,84 p_2 2,48	0,5448	0,0996	p_1 2,23 p_2 2,01	—	—	—
43. Tanne	a. 130 b. 140	8	3,5	29	0,1600	0,2102	0,0502	p_1 3,14 p_2 2,71	0,2686	0,0584	p_1 2,78 p_2 2,44	—	—	—
44. Fichte	a. 117 b. 125	14	3	33	0,2003	0,2537	0,0534	p_1 2,67 p_2 2,35	0,3026	0,0489	p_1 1,93 p_2 1,76	—	—	—
45. Föhre	a. 90 b. 115	16	4	100	0,3296	0,4120	0,0824	p_1 2,50 p_2 2,22	0,5116	0,0996	p_1 2,42 p_2 2,15	0,6321	0,1205	p_1 2,36 p_2 2,11
46. "	a. 90 b. 115	16	4	400	0,3286	0,4436	0,1150	p_5 3,50 p_2 2,98	0,5726	0,1290	p_1 2,91 p_2 2,54	0,6948	0,1222	p_1 2,13 p_2 1,93
47. "	a. 80 b. 105	14	4	200	0,1446	0,1984	0,0568	p_1 4,01 p_2 3,34	0,2513	0,0529	p_1 2,67 p_2 2,35	0,3178	0,0665	p_1 2,65 p_2 2,34
48. "	a. 95 b. 120	15	4	100	0,2436	0,3136	0,0700	p_1 2,87 p_2 2,52	0,3689	0,0553	p_1 1,76 p_2 1,62	0,4304	0,0615	p_1 1,67 p_2 1,54
49. "	a. 90 b. 115	16	5	100	0,3278	0,4425	0,1147	p_1 3,50 p_2 2,97	0,5392	0,0967	p_1 2,10 p_2 1,97	0,6596	0,1204	p_1 2,23 p_2 2,01
50. "	a. 93 b. 105	16	3	80	0,5340	0,6433	0,1093	p_1 2,05 p_2 1,86	0,7791	0,1358	p_1 2,11 p_2 1,91	0,9668	0,1877	p_1 2,41 p_2 2,15
51. Kiefer	a. 92 b. 105	16	4,5	100	0,3865	0,5175	0,1310	p_1 3,39 p_2 2,89	0,6488	0,1313	p_1 2,54 p_2 2,25	0,8439	0,1951	p_1 3,01 p_2 2,61
52. "	a. 93 b. 105	13	4	57	0,5248	0,6513	0,1265	p_1 2,41 p_2 2,15	0,8005	0,1492	p_1 2,29 p_2 2,05	0,9884	0,1879	p_1 2,35 p_2 2,10
53. Fichte	a. 103 b. 115	8	2,5	40	0,1084	0,1728	0,0644	p_1 5,94 p_2 4,58	0,2536	0,0808	p_1 4,68 p_2 3,79	0,4514	0,1978	p_1 7,80 p_2 5,61
54. Tanne	a. 108 b. 120	8	5	40	0,3852	0,5503	0,1651	p_1 4,29 p_2 3,53	0,7464	0,1961	p_1 3,56 p_2 3,02	1,2340	0,4884	p_1 6,54 p_2 4,93

Stamm ergab 20 Jahre stellung			zur Zeit der Aufnahme			Sortimente Derbholz			Brusthöhendurchmesser	Scheitelhöhe	Massengehalt	Idealwalze	Schaftformzahl	Bemerkungen.
Kubik-Inhalt.	10jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Kubik-Inhalt.	x jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Nutzholz.	Brennholz.	Reisholz.	a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme:					
cbm			cbm			fm			mm	m	cbm			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
—	—	—	0,6616	x = 10 0,2842	p_1 7,53	0,630	0,032		a. 212	20,9	0,3735	0,7378	0,512	
					p_2 5,47	0,662			b. 279	21,8	0,6631	1,3320	0,498	
—	—	—	0,7205	x = 10 0,1757	p_1 3,23	0,614	0,106		a. 265	18,6	0,5450	1,0267	0,530	
					p_2 2,78	0,720			b. 301	19,5	0,7222	1,3884	0,520	
—	—	—	0,5246	x = 10 0,2560	p_1 9,53	0,498	0,020		a. 193	15,00	0,2691	0,4395	0,612	
					p_2 6,45	0,518			b. 286	18,20	0,5268	1,1685	0,451	
—	—	—	0,4311	x = 8 0,1285	p_1 5,31	0,351	0,072		a. 187	21,2	0,3029	0,5830	0,519	
					p_2 4,37	0,423			b. 224	22,0	0,4326	0,8686	0,499	
0,8023	0,1712	p_1 2,69	0,8829	x = 5 0,0806	p_1 2,01	0,807	0,068		a. 244	20,9	0,5118	0,9781	0,523	
		p_2 2,37			p_1 1,91	0,815			b. 306	23,3	0,8829	1,7126	0,515	
0,9475	0,2527	p_1 3,64	1,0339	x = 5 0,0864	p_1 1,82	0,950	0,074		a. 252	21,4	0,5734	1,0678	0,537	
		p_2 3,08			p_2 1,74	1,024			b. 323	23,8	1,0353	1,9492	0,531	
0,4385	0,1207	p_2 3,80	0,4914	x = 5 0,0529	p_1 2,41	0,402	0,084		a. 186	19,4	0,2518	0,5277	0,477	
		p_2 3,19			p_2 2,28	0,486			b. 243	21,1	0,4918	0,9790	0,502	
0,5727	0,1423	p_1 3,31	0,6553	x = 5 0,0826	p_1 2,89	0,624	0,025		a. 213	18,8	0,3691	0,6693	0,552	
		p_2 2,84			p_2 2,69	0,649			b. 275	20,2	0,6553	1,1999	0,546	
0,8287	0,1691	p_1 2,56	0,9307	x = 5 0,1020	p_1 2,46	0,843	0,077		a. 248	21,8	0,5408	1,0530	0,514	
		p_2 2,27			p_2 2,32	0,920			b. 314	22,9	0,9319	1,7725	0,526	
—	—	—	1,0149	x = 2 0,0481	p_1 2,49	0,929	0,083		a. 291	22,5	0,7792	1,4963	0,521	
					p_2 2,43	1,012			b. 331	22,9	1,0153	1,9694	0,516	
—	—	—	0,9055	x = 3 0,0616	p_1 2,43	0,485	0,060		a. 261	21,3	0,6497	1,1395	0,570	
					p_2 2,35	0,905			b. 303	21,7	0,9080	1,5646	0,580	
—	—	—	1,0351	x = 2 0,0467	p_1 2,36	0,978	0,058		a. 298	21,3	0,8012	1,4846	0,540	
					p_2 2,31	1,036			b. 336	22,0	1,0374	1,9514	0,532	
—	—	—	0,5258	x = 2 0,0744	p_1 8,24	0,456	0,066		a. 192	17,6	0,2542	0,5104	0,498	
					p_2 7,61	0,522			b. 257	21,4	0,5262	1,1107	0,474	
—	—	—	1,4053	x = 2 0,1713	p_1 6,94	1,328	0,070		a. 303	20,6	0,7466	1,4853	0,503	
					p_2 6,49	1,398			b. 392	22,4	1,4053	2,7037	0,520	

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
55. Kiefer	a. 108 b. 120	18	4,5	67	0,7393	0,8985	0,1592	p_1 2,15 p_2 1,94	0,9922	0,0937	p_1 1,04 p_2 0,99	1,2170	0,2248	p_1 2,26 p_2 2,04
56. Fichte	a. 112 b. 120	10	5	50	0,2000	0,2872	0,0782	p_1 4,36 p_2 3,21	0,3775	0,0903	p_1 3,14 p_2 2,71	—	—	—
57. Tanne	a. 123 b. 130	10	5	29	0,1512	0,2576	0,1064	p_1 7,04 p_2 5,21	0,3896	0,1320	p_1 5,12 p_2 4,08	—	—	—
58. Fichte	a. 103 b. 110	12	5	50	0,1060	0,1684	0,0624	p_1 5,89 p_2 4,54	0,2512	0,0828	p_1 4,92 p_2 3,94	—	—	—
59. "	a. 158 b. 168	16	6	17	2,0474	2,7434	0,3360	p_1 1,64 p_2 1,40	3,0926	0,3492	p_1 1,27 p_2 1,20	—	—	—
60. "	a. 132 b. 140	18	6	20	1,6451	2,0195	0,3744	p_1 2,27 p_2 2,04	2,3644	0,3449	p_1 1,71 p_2 1,57	—	—	—
61. "	a. 104 b. 112	14	4	400	0,4812	0,6742	0,1930	p_1 4,01 p_2 3,34	0,9067	0,2325	p_1 3,45 p_2 2,94	1,0847	0,1780	p_1 1,96 p_2 1,79
62. "	a. 108 b. 114	18	5	13	0,8132	1,0792	0,2660	p_1 3,27 p_2 2,81	1,3625	0,2833	p_1 2,63 p_2 2,32	—	—	—
63. "	a. 109 b. 117	8	5	50	0,1894	0,2897	0,1003	p_1 5,30 p_2 4,21	0,3927	0,1030	p_1 3,56 p_2 3,02	—	—	—
64. "	a. 117 b. 125	14	4	50	0,3989	0,5306	0,1317	p_1 3,30 p_2 2,90	0,6406	0,1100	p_1 2,07 p_2 1,88	—	—	—
65. "	a. 117 b. 125	10	5	40	0,1968	0,2963	0,0995	p_1 5,06 p_2 4,04	0,3671	0,0708	p_1 2,39 p_2 2,13	—	—	—
66. Kiefer	a. 98 b. 112	16	6	11	0,9400	1,1916	0,2516	p_1 2,68 p_2 2,36	1,4512	0,2596	p_1 2,18 p_2 1,97	1,6858	0,2346	p_1 1,61 p_2 1,50
67. Fichte	a. 132 b. 140	16	6	33	0,8010	1,0455	0,2445	p_1 3,05 p_2 2,65	1,3136	0,2681	p_1 2,56 p_2 2,27	—	—	—
68. "	a. 71 b. 86	15	5	57	0,4799	0,7140	0,2341	p_1 4,88 p_2 3,92	0,9646	0,2506	p_1 3,51 p_2 2,99	1,2966	0,3320	p_1 3,44 p_2 2,94

Stamm ergab														
20 Jahre … stellung			zur Zeit der Aufnahme			Sortimente			Brusthöhendurchmesser	Scheitelhöhe	Massengehalt	Idealwalze	Schaftformzahl	Bemerkungen.
						Derbholz		Reisholz.	a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme.					
Kubik-Inhalt.	10 jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Kubik-Inhalt.	x jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Nutzholz.	Brennholz.							
cbm			cbm			fm			mm	m	cbm			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
—	—	—	1,2810	x = 2 0,0640	p_1 2,63	1,123	0,155		a. 305	25,6	0,9928	1,8714	0,531	
					p_2 2,56	1,278			b. 349	26,6	1,2810	2,5456	0,503	
—	—	—	0,5266	x = 8 0,1491	p_1 4,94	0,457	0,060		a. 219	18,2	0,3775	0,6861	0,550	
					p_2 4,12	0,517			b. 258	19,3	0,5278	1,0094	0,523	
—	—	—	0,6830	x = 8 0,2934	p_1 9,41	0,656	0,021		a. 207	18,9	0,3898	0,6369	0,612	Nr. 57 stand, nach den sehr engen Jahrringen zu schließen, lange Zeit unterdrückt.
					p_2 6,84	0,677			b. 266	20,7	0,6831	1,1509	0,594	
—	—	—	0,4221	x = 8 0,1709	p_1 8,50	0,355	0,062		a. 182	18,9	0,2512	0,4914	0,511	
					p_2 6,34	0,417			b. 221	22,3	0,4234	0,8563	0,494	
—	—	—	3,4934	x = 10 0,4008	p_1 1,30	3,397	0,085		a. 532	34,0	3,0926	7,5582	0,409	
					p_2 1,22	3,482			b. 554	34,5	3,4935	8,3181	0,420	
—	—	—	2,6063	x = 8 0,2419	p_1 1,28	2,116	0,485		a. 416	33,8	2,3645	4,5935	0,515	
					p_2 1,22	2,601			b. 442	34,6	2,6071	5,3077	0,491	
—	—	—	1,3204	x = 8 0,2357	p_1 2,71	1,234	0,083		a. 325	27,0	1,1857	2,2909	0,517	
					p_2 2,45	1,317			b. 354	28,3	1,3204	2,7848	0,474	
—	—	—	1,5959	x = 6 0,2334	p_1 2,86	1,478	0,103		a. 352	31,6	1,3630	3,0747	0,443	
					p_2 2,63	1,581			b. 371	34,2	1,5970	3,6971	0,432	
—	—	—	0,5769	x = 8 0,1842	p_1 5,86	0,502	0 068		a. 223	20,2	0,3927	0,7897	0,497	
					p_2 4,75	0,570			b. 270	24,1	0,5773	1,3809	0,418	
—	—	—	0,8887	x = 8 0,2481	p_1 4,84	0,765	0,109		a. 251	26,0	0,6406	1,2870	0,498	
					p_2 4,06	0,874			b. 295	27,2	0,8889	1,8621	0,479	
—	—	—	0,4958	x = 8 0,1287	p_1 4,38	0,428	0,053		a. 213	19,6	0,3683	0,6978	0,528	
					p_2 3,73	0,481			b. 254	20,8	0,4957	1,0546	0,470	
—	—	—	1,7826	x = 4 0,0968	p_1 1,44	1,269	0,501		a. 360	25,2	1,4520	2,5654	0,566	
					p_2 1,40	1,770			b. 387	27,4	1,7838	3,2223	0,554	
—	—	—	1,5457	x = 8 0,2321	p_1 2,21	1,432	0,107		a. 366	28,9	1,3142	3,0403	0,432	
					p_2 2,03	1,539			b. 393	29,5	1,5467	3,5783	0,432	
—	—	—	1,5515	x = 5 0,2549	p_1 3,93	1,432	0,110		a. 304	28,6	0,0646	2,0764	0,465	
					p_2 3,58	1,542			b. 369	31,2	1,5449	3,3353	0,466	

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen-Ansatz über Stock.	Kronen-Durchmesser.	Standraum.	20 Jahre vor Lichtstellung: Kubik-Inhalt	10 Jahre vor Lichtstellung: Kubik-Inhalt	10 Jahre vor Lichtstellung: 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung: Zuw. Proz. p_1 u. p_2.	Der untersuchte … zur Zeit der Lichtstellung: Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung: 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung: Zuw. Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht-: Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht-: 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht-: Zuw. Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
69. Tanne	a. 155 b. 170	16	6,5	24	0,8387	1,0424	0,2037	p_1 2,43 p_2 2,17	1,3438	0,3014	p_1 2,89 p_2 2,52	1,7645	0,4207	p_1 3,13 p_2 2,71
70. "	a. 105 b. 120	13	6	44	0,3040	0,4412	0,1372	p_1 4,17 p_2 3,68	0,6049	0,1637	p_1 3,71 p_2 3,13	0,9452	0,3403	p_1 5,63 p_2 4,39
71. Fichte	a. 150 b. 165	12	4	57	0,2885	0,3545	0,0660	p_1 2,34 p_2 2,05	0,4190	0,0645	p_1 1,83 p_2 1,67	0,5360	0,1170	p_1 2,79 p_2 2,45
72. "	a. 65 b. 80	10	5	133	0,0788	0,1680	0,0892	p_1 7,23 p_2 11,32	0,3374	0,1694	p_1 10,08 p_2 6,70	0,6805	0,3431	p_1 10,17 p_2 6,74
73. "	a. 130 b. 145	16	6	100	0,8628	1,0371	0,1743	p_1 2,02 p_2 1,83	1,2279	0,1908	p_1 1,80 p_2 1,69	1,5111	0,2832	p_1 2,31 p_2 2,07
74. "	a. 145 b. 160	22	6	44	1,4796	1,6605	0,1809	p_1 1,20 p_2 1,15	1,8651	0,2046	p_1 1,23 p_2 1,16	2,1465	0,2814	p_1 1,51 p_2 1,40
75. "	a. 130 b. 145	16	6	66	1,2030	1,4553	0,2523	p_1 2,10 p_2 1,90	1,7166	0,2613	p_1 1,79 p_2 1,65	2,0562	0,3396	p_1 1,98 p_2 1,80
76. Tanne	a. 180 b. 195	21	6	67	1,7976	2,0793	0,2817	p_1 1,57 p 1,45	2,3970	0,3177	p_1 1,53 p_2 1,42	2,7189	0,3219	p_1 1,34 p_2 1,26
77. "	a. 205 b. 220	16	8	50	1,3458	1,5825	0,2367	p_1 1,76 p_2 1,62	1,9236	0,3411	p_1 2,16 p_2 1,94	2,3532	0,4296	p_1 2,23 p_2 2,01
78. Fichte	a. 120 b. 135	22	3,5	26	0,8172	0,8949	0,0777	p_1 0,95 p_2 0,91	0,9759	0,0810	p_1 0,91 p_2 0,87	1,0638	0,0879	p_1 0,90 p_2 0,86
79. Tanne	a. 140 b. 155	26	4,5	20	1,2843	1,5099	0,2256	p_1 1,75 p_2 1,65	1,8189	0,3090	p_1 2,05 p_2 1,85	2,0802	0,2613	p_1 1,44 p_2 1,34
80. Fichte	a. 125 b. 140	19	4	25	0,4662	0,5760	0,1098	p_1 2,36 p_2 2,10	0,7047	0,1287	p_1 2,23 p_2 2,01	0,8658	0,1611	p_1 2,28 p_2 2,05
81. Fichte	a. 109 b. 125	18	5	40	0,9027	1,0926	0,1899	p_1 2,10 p_2 1,90	1,3095	0,2169	p_1 1,99 p_2 1,81	1,4966	0,1821	p_1 1,39 p_2 1,30
82. "	a. 104 b. 120	15	3	50	0,5898	0,7131	0,1233	p_1 2,09 p_2 1,89	0,8627	0,1496	p_1 2,10 p_2 1,90	0,9726	0,1099	p_1 1,27 p_2 1,20

Stamm ergab														
20 Jahre stellung			zur Zeit der Aufnahme			Sortimente			Brusthöhendurchmesser	Scheitelhöhe	Massengehalt	Idealwalze	Schaftformzahl	Bemerkungen.
						Derbholz		Reisholz.	a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme.					
Kubik-Inhalt.	10 jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p1 u. p2	Kubik-Inhalt.	10 jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p1 u. p2	Nutzholz.	Brennholz.							
cbm			cbm			fm			mm	m	cbm			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
—	—	—	2,0232	x = 5 0,2587	p_1 2,93 p_2 2,73	1,868 2,014	0,146		a. 354 b. 422	26,4 29,2	1,3438 2,0240	2,5978 4,0851	0,517 0,496	S. Nr. 26.
—	—	—	1,1659	x = 5 0,2207	p_1 4,67 p_2 4,18	1,029 1,160	0,131		a. 248 b. 329	22,3 24,5	0,6049 1,1660	1,0771 2,0825	0,562 0,560	
—	—	—	0,6369	x = 5 0,1009	p_1 3,77 p_2 3,44	0,593 0,619	0,026		a. 220 b. 266	20,9 23,0	0,4192 0,6372	0,7942 1,2788	0,528 0,498	
—	—	—	0,9580	x = 5 0,2775	p_1 8,16 p_2 6,77	0,784 0,952	0,168		a. 214 b. 342	19,7 23,6	0,3379 0,9590	0,7092 2,1698	0,477 0,442	
—	—	—	1,7220	x = 5 0,2109	p_1 2,79 p_2 2,61	1,557 1,722	0,165		a. 366 b. 423	31,0 32,8	1,2280 1,7256	3,2612 4,6084	0,377 0,374	
—	—	—	2,4189	x = 5 0,2724	p_1 2,54 p_2 2,39	2,299 2,408	0,109		a. 396 b. 446	35,80 38,40	1,8680 2,4200	4,4105 5,9980	0,424 0,404	
—	—	—	2,2962	x = 5 0,2400	p_1 2,33 p_2 2,20	2,013 2,279	0,266		a. 382 b. 433	33,3 35,0	1,7166 2,2980	3,8161 5,1555	0,450 0,446	
—	—	—	3,0147	x = 5 0,2958	p_1 2,18 p_2 2,06	2,812 2,996	0,184		a. 429 b. 486	31,6 34,4	2,3982 3,0155	4,5663 6,3885	0,525 0,469	
—	—	—	2,6433	x = 5 0,2901	p_1 2,47 p_2 2,32	2,255 2,628	0,373		a. 436 b. 517	29,0 31,0	1,9258 2,6436	4,3297 6,5069	0,445 0,406	S. Nr. 26.
—	—	—	1,1562	x = 5 0,0924	p_1 1,74 p_2 1,67	1,055 1,141	0,086		a. 324 b. 344	31,2 33,2	0,9760 1,1587	2,5709 3,0843	0,380 0,376	
—	—	—	2,2851	x = 5 0,2049	p_1 1,97 p_2 1,88	2,211 2,270	0,059		a. 384 b. 428	29,5 31,0	1,8235 2,2853	3,4161 4,4609	0,534 0,512	S. Nr. 26.
—	—	—	1,0050	x = 5 0,1392	p_1 3,22 p_2 2,97	0,977 1,005	0,028		a. 270 b. 319	25,2 26,0	0,7051 1,0678	1,4440 2,7704	0,488 0,485	
—	—	—	1,6926	x = 8 0,2010	p_1 2,35 p_2 1,57	1,536 1,676	0,140		a. 368 b. 406	28,0 29,6	1,3096 1,6928	2,9792 3,8332	0,440 0,442	
—	—	—	1,0974	x = 6 0,1248	p_1 2,14 p_2 2,01	1,027 1,087	0,060		a. 318 b. 346	27,0 29,6	0,8627 1,0987	2,1438 2,7824	0,402 0,394	

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	Der untersuchte 20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt.	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung Zuw.-Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw.-Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
83. Tanne	a. 138 b. 145	15	4	40	0,2634	0,4074	0,1440	p_1 5,47 p_2 4,29	0,7137	0,3063	p_1 7,52 p_2 5,46	0,9560	0,2423	p_1 3,40 p_2 2,90
84. Fichte	a. 116 b. 130	16	2,5	40	0,5391	0,6060	0,0669	p_1 1,24 p_2 1,16	0,7065	0,1005	p_1 1,66 p_2 1,53	0,8004	0,0939	p_1 1,33 p_2 1,24
85. Tanne	a. 110 b. 125	19	4	50	0,4296	0,6261	0,1965	p_1 4,57 p_2 3,72	0,8799	0,2538	p_1 4,05 p_2 3,37	1,2372	0,3573	p_1 4,06 p_2 3,37
86. Tanne	a. 113 b. 130	14	3	80	0,4545	0,5345	0,0800	p_1 1,80 p_2 1,62	0,6258	0,0913	p_1 1,70 p_2 1,57	0,7219	0,0961	p_1 1,54 p_2 1,43
87. Fichte	a. 113 b. 130	14	5	33	0,3852	0,5292	0,1440	p_1 3,73 p_2 3,15	0,7530	0,2238	p_1 4,23 p_2 3,49	1,0788	0,3258	p_1 4,32 p_2 3,56
88. Fichte	a. 86 b. 100	15	4	29	0,3327	0,4620	0,1293	p_1 3,89 p_2 3,25	0,5880	0,1260	p_1 2,72 p_2 2,40	0,7689	0,1809	p_1 3,08 p_2 2,67
89. Fichte	a. 119 b. 134	16	6	50	0,5922	0,8160	0,2238	p_1 3,78 p_2 3,18	1,0269	0,2109	p_1 2,58 p_2 2,28	1,2600	0,2331	p_1 2,32 p_2 2,03
60. Fichte	a. 110 b. 125	16	4,5	80	0,5085	0,6528	0,1443	p_1 2,84 p_2 2,48	0,8349	0,1821	p_1 2,79 p_2 2,44	1,0566	0,2217	p_1 2,67 p_2 2,34
91. Fichte	a. 111 b. 125	15	5	133	0,8274	0,9339	0,1065	p_1 1,28 p_2 1,21	1,0206	0,0867	p_1 0,93 p_2 0,89	1,1187	0,0981	p_1 0,96 p_2 0,92
92. Fichte	a. 108 b. 115	14	4	50	0,4932	0,6804	0,1872	p_1 3,80 p_2 3,19	0,8811	0,2007	p^1 2,95 p_2 2,57	—	—	—
93. Fichte	a. 119 b. 127	12	5	40	0,3037	0,4299	0,1262	p_1 4,16 p_2 3,44	0,5503	0,1204	p_1 2,80 p_2 2,46	—	—	—
94. Fichte	a. 105 b. 113	8	5	60	0,1565	0,2020	0,0455	p_1 2,90 p_2 2,53	0,2479	0,0459	p_1 2,27 p_2 2,04	—	—	—
95. Kiefer	a. 80 b. 105	15	6	400	0,3509	0,4899	0,1390	p_1 3,96 p_2 3,38	0,6094	0,1195	p_1 2,44 p_2 2,17	0,8041	0,1947	p_1 3,20 p_2 2,76
96. Kiefer	a. 105 b. 130	18	6	400	0,6504	0,8037	0,1633	p_1 2,51 p_2 2,23	0,9446	0,1309	p_1 1,61 p_2 1,49	1,1325	0,1879	p_1 1,99 p_2 1,81

Stamm ergab: 20 Jahre … stellung: Kubik-Inhalt (cbm)	10jähr. Zuwachs (cbm)	Zuw. Proz. p_1 u. p_2	Zur Zeit der Aufnahme: Kubik-Inhalt (cbm)	x-jähr. Zuwachs (cbm)	Zuw. Proz. p_1 u. p_2	Sortimente: Derbholz: Nutzholz (fm)	Brennholz (fm)	Reisholz (fm)	Brusthöhendurchmesser (mm)	Scheitelhöhe (m)	Masseninhalt (cbm)	Idealwalze (cbm)	Schaftformzahl	Bemerkungen.
									a. zur Zeit der Lichtung, b. zur Zeit der Aufnahme.					
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
—	—	—	1,2040	x = 7 0,2480	p_1 3,71 p_2 3,21	1,145 1,194	0,049		a. 270 b. 349	23,8 25,2	0,7140 1,2065	1,3637 2,4116	0,524 0,512	
—	—	—	0,8922	x = 4 0,0918	p_1 2,87 p_2 2,71	0,737 0,883	0,146		a. 272 b. 302	27,8 28,6	0,7065 0,8927	1,6152 2,0478	0,437 0,436	
—	—	—	1,5051	x = 5 0,2679	p_1 4,33 p_2 3,91	1,438 1,489	0,051		a. 273 b. 394	29,4 31,5	0,8822 1,5054	1,7199 3,8398	0,513 0,392	
—	—	—	0,9498	x = 7 0,2274	p_1 4,50 p_2 3,89	0,933 0,946	0,013		a. 249 b. 319	25,1 27,6	0,6258 0,9494	1,2224 2,2053	0,512 0,431	
—	—	—	1,3865	x = 7 0,3077	p_1 4,08 p_1 3,58	1,207 1,381	0,174		a. 267 b. 359	27,10 30,80	0,7530 1,3865	1,5176 3,1170	0,496 0,445	
—	—	—	0,8880	x = 4 0,1191	p_1 3,96 p_2 3,59	0,786 0,789	0,093		a. 260 b. 315	24,0 26,3	0,5880 0,8890	1,2744 2,0488	0,461 0,434	
—	—	—	1,4916	x = 5 0,2316	p_1 3,68 p_2 3,37	1,399 1,485	0,086		a. 315 b. 375	28,1 31,0	1,0272 1,4916	2,1890 3,4224	0,469 0,436	
—	—	—	1,1775	x = 5 0,1209	p_1 2,29 p_2 2,16	1,113 1,161	0,048		a. 306 b. 352	27,0 29,4	0,8349 1,1788	0,8349 2,8606	0,417 0,412	
—	—	—	1,2567	x = 4 0,1380	p_1 3,08 p_2 2,91	1,149 1,248	0,099		a. 327 b. 355	25,4 28,8	1,0213 1,2571	2,1336 2,8512	0,479 0,441	
—	—	—	1,1610	x = 7 0,2799	p_1 4,54 p_2 3,91	1,056 1,152	0,096		a. 311 b. 344	26,4 27,7	0,6830 1,1611	2,0064 2,5734	0,439 0,451	
—	—	—	0,7844	x = 8 0,2341	p_1 5,32 p_2 4,38	0,743 0,775	0,032		a. 250 b. 307	22,3 23,6	0,5503 0,7849	1,0949 1,7464	0,502 0,449	
—	—	—	0,4850	x = 8 0,2371	p_1 11,95 p_2 7,72	0,419 0,468	0,049		a. 190 b. 283	16,7 17,6	0,2480 0,4859	0,4743 1,1071	0,523 0,439	
1,0419	0,2378	p_1 2,96 p_2 2,58	1,1886	x = 5 0,1467	p_1 2,82 p_2 2,63	1,095 1,188	0,093		a. 277 b. 366	21,2 22,9	0,6100 1,1894	1,2784 2,4092	0,477 0,494	
1,3286	0,1961	p_1 1,73 p_2 1,59	1,5042	x = 5 0,1756	p_1 2,64 p_2 2,48	1,267 1,497	0,230		a. 304 b. 378	25,1 25,8	0,9456 1,5042	1,8223 2,8948	0,518 0,519	

Nummer des untersuchten Stammes. Holzart.	Alter a. z. Z. der Lichtung; b. z. Z. der Aufnahme.	Kronen- Ansatz über Stock.	Kronen- Durchmesser.	Standraum.	Der untersuchte … 20 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt	10 Jahre vor Lichtstellung Kubik-Inhalt	10 Jahre vor Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre vor Lichtstellung Zuw. Proz. p_1 u. p_2.	zur Zeit der Lichtstellung Kubik-Inhalt.	zur Zeit der Lichtstellung 10jähr. Zuwachs.	zur Zeit der Lichtstellung Zuw. Proz. p_1 u. p_2.	10 Jahre nach Licht- Kubik-Inhalt.	10 Jahre nach Licht- 10jähr. Zuwachs.	10 Jahre nach Licht- Zuw. Proz. p_1 u. p_2
	Jahre	m	m	qm	cbm	cbm	cbm		cbm	cbm		cbm	cbm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
97. Kiefer	a. 80 b. 105	16	5	400	0,2220	0,3654	0,1434	p_1 6,46 p_2 4,88	0,5215	0,1561	p_1 4,27 p_2 3,52	0,8431	0,3216	p_1 6,17 p_2 4,71
98. Kiefer	a. 70 b. 95	16	5	400	0,4347	0,5464	0,1117	p_1 2,56 p_2 2,27	0,6454	0,0990	p_1 1,81 p_2 1,66	0,9048	0,2594	p_1 4,02 p_2 3,34
99. Kiefer	a. 70 b. 95	15	5	400	0,1382	0,1748	0,0366	p_1 2,64 p_2 2,34	0,2377	0,0629	p_1 3,59 p_2 3,05	0,3680	0,1303	p_1 5,48 p_2 4,30
100. Kiefer	a. 87 b. 112	15	7	400	0,2593	0,4454	0,1861	p_1 7,18 p_2 5,28	0,6359	0,1905	p_1 4,27 p_2 3,61	0,9810	0,3469	p_1 5,45 p_2 4,29
101. Kiefer	a. 65 b. 90	15	6	400	0,1998	0,2949	0,0951	p_1 4,76 p_2 3,84	0,3978	0,1029	p_1 3,49 p_2 2,97	0,5742	0,1762	p_1 4,43 p_2 3,62
102. Kiefer	a. 85 b. 110	18	5	400	0,3312	0,4197	0,0885	p_1 2,67 p_2 2,35	0,5205	0,1008	p_1 2,40 p_2 2,14	0,7445	0,2240	p_1 4,30 p_2 3,54
103. Tanne	a. 53 b. 80	5	3	100	0,0012	0,0052	0,0040	p_1 33,33 p_2 12,50	0,0116	0,0064	p_1 12,31 p_2 7,62	0,0383	0,0267	p_1 23,02 p_2 10,70
104. Tanne	a. 48 b. 75	6	2	200	0,0009	0,0057	0,0048	p_1 53,33 p_2 14,54	0,0172	0,0115	p_1 20,18 p_2 10,04	0,0360	0,0188	p_1 10,93 p_2 7,07
105. Fichte	a. 43 b. 70	6	3	400	0,0002	0,0036	0,0034	p_1 170,00 p_2 17,89	0,0136	0,0100	p_1 27,78 p_2 11,63	0,0632	0,0496	p_1 36,47 p_2 12,92
106. Fichte	a. 37 b. 64	7	3	100	0,0003	0,0052	0,0049	p_1 163,33 p_2 17,82	0,0256	0,0204	p_1 39,23 p_2 13,25	0,0857	0,0601	p_1 23,48 p_2 10,80

Stamm ergab														
20 Jahre stellung			zur Zeit der Aufnahme			Sortimente			Brusthöhendurchmesser	Scheitelhöhe	Massengehalt	Idealwalze	Schaftformzahl	Bemerkungen.
						Derbholz		Reisholz.	a. zur Zeit der Lichtung; b. zur Zeit der Aufnahme.					
Kubik-Inhalt.	10jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Kubik-Inhalt.	x jähr. Zuwachs.	Zuw.-Proz. p_1 u. p_2	Nutzholz.	Brennholz.							
cbm			cbm			fm			mm	m	cbm			
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1,1219	0,2788	p_1 3,31	1,3046	x = 5 0,1827	p_1 3,26	1,274	0,024		a. 236	21,2	0,5215	0,9264	0,563	
		p_2 2,83			p_2 3,01	1,298			b. 369	25,2	1,3046	2,6939	0,484	
1,1151	0,2103	p_1 2,32	1,2642	x = 5 0,1491	p_1 2,67	0,945	0,319		a. 285	21,8	0,6458	1,3909	0,464	
		p_2 2,08			p_2 2,51	1,264			b. 372	22,9	1,2683	2,4991	0,507	
0,5252	0,1572	p_1 4,27	0,6860	x = 5 0,1605	p_1 6,12	0,555	0,131		a. 185	17,9	0,2377	0,4815	0,494	
		p_2 3,52			p_2 5,31	0,686			b. 289	20,3	0,6899	1,3317	0,518	
1,3595	0,3785	p_1 3,85	1,6253	x = 5 0,2658	p_1 3,91	1,571	0,055		a. 274	22,4	0,6359	1,3216	0,481	
		p_2 3,23			p_2 3,56	1,626			b. 413	24,6	1,6254	3,2214	0,504	
0,8295	0,2555	p_1 4,44	1,0675	x = 5 0,2380	p_1 5,36	0,957	0,110		a. 214	20,9	0,3991	0,7524	0,530	
		p_2 3,64			p_2 5,01	1,067			b. 337	23,2	1,0686	2,0694	0,516	
0,9189	0,1744	p_1 2,34	1,0359	x = 5 0,1170	p_1 2,55	0,913	0,123		a. 213	23,5	0,5215	0,9846	0,529	
		p_2 2,09			p_2 2,39	1,036			b. 319	24,6	1,0360	1,9656	0,527	
0,1777	0,1394	p_1 36,56	0,2701	x = 7 0,0924	p_1 7,43	0,217	0,042		a. 65	6,30	0,0116	0,0208	0,558	S. Nr. 26.
		p_2 12,92			p_2 5,90	0,261			b. 210	16,20	0,2701	0,5605	0,481	
0,0935	0,0575	p_1 15,96	0,1661	x = 7 0,1086	p_1 16,59	0,087	0,069		a. 69	8,00	0,0172	0,0296	0,581	S. Nr. 26.
		p_2 8,88			p_2 11,95	0,156			b. 174	13,50	0,1509	0,3213	0,470	
0,2600	0,1968	p_1 31,14	0,5366	x = 7 0,2766	p_1 15,20	0,496	0,040		a. 62	7,80	0,0136	0,0234	0,581	
		p_2 12,18			p_2 9,92	0,536			b. 276	19,90	0,5366	1,1900	0,451	
0,2730	0,1873	p_1 21,86	0,5337	x = 7 0,2607	p_1 13,64	0,246	0,285		a. 84	8,0	0,0256	0,0440	0,581	
		p_2 10,45			p_2 9,23	0,531			b. 293	18,5	0,5337	1,2469	0,428	

Erläuterungen zur Tabelle.

Zu Spalte 5. Die Standraumzahlen sind in der Weise gewonnen, daß man eine kreisförmige Wachsraumfläche von 4 Ar oder 400 qm mit dem untersuchten Stamm als Mittelpunkt annahm und diese Fläche durch die Zahl der darauf vorhandenen Stämme dividirte.

Zu Spalte 6, 7, 10, 13, 16, 19. Um den Verkaufswerth der untersuchten Stämme nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wurden die periodischen Massen der 3—4 m langen Sektionen nicht nach den Mittendurchmessern der Sektionen, sondern nach den Endflächen derselben ermittelt. (Badische Instruktion; s. Ganghofer, forstliches Versuchswesen I., S. 187). Bei diesem Verfahren würden aber die untersten Sektionen — berechnet aus dem Mittel von Stockfläche und Querfläche in 3 bezw. 4 m Höhe — stets ein zu großes Resultat ergeben haben, weil das unterste Schaftstück stets annähernd die Form eines abgekürzten Neiloids und nicht die in der Rechnung vorausgesetzte Form eines abgekürzten apollon. Paraboloids hat. Es würden sich beispielsweise bei nachstehenden Stämmen folgende Fehler ergeben:

bei Fichte	Nr. 1	+ 0,10	fm
„ Kiefer	„ 2	+ 0,04	„
„ Fichte	„ 3	+ 0,14	„
„ Tanne	„ 4	+ 0,14	„
„ Fichte	„ 5	+ 0,24	„

Um diese Fehler zu vermeiden und zugleich den Schwierigkeiten einer genauen Messung der meist unregelmäßigen und von der Kreisform beträchtlich abweichenden Figur der Stockfläche zu entgehen, wurde letztere rechnerisch ermittelt und zwar durch Berechnung eines idealen Durchmessers derselben aus der Formel

$$do = \frac{dh - d_1}{h - 1}$$

wobei do den Durchmesser der Stockfläche, d den Durchmesser in Brusthöhe (1 m vom Stock), d_1 den Durchmesser der oberen Endfläche der ersten Sektion und h die Sektionslänge bezeichnet. Bei Anwendung dieser Formel erhält man ein Resultat für die Masse der untersten Sektion, welches bei obigen Stämmen von dem Ergebnisse der Mittenmessung nur um 0,2 % abweicht, während bei Messung der wirklichen Stockfläche die Differenz 22 % beträgt.

Ein weiterer Vortheil bei dem eingeschlagenen Verfahren liegt darin, daß hiebei eine auf der Stockfläche häufig sich zeigende Zuwachssteigerung (in Folge Erkrankung des Wurzelkörpers, starken Wurzelanlaufes u. s. w.) nicht fälschlich als Lichtungszuwachs gerechnet wird.

Zu Spalte 9, 12, 15, 18, 21.

$$p_1 = \frac{\frac{Z}{n}}{m} \cdot 100$$

$$p_2 = \frac{M - m}{M + m} \cdot \frac{200}{n}$$

Zu Spalte 20. Die letzte Lichtstandsperiode umfaßt häufig nicht mehr 10 Jahre. Die Zahl der Jahre dieser Periode wurde daher = x gesetzt und über der periodischen Zuwachsgröße angegeben.

Zu Spalte 19 und 27 b. Die hier vorgetragenen Zahlen sollten übereinstimmen. Daß dies häufig nicht der Fall ist, rührt davon her, daß bei Ermittelung der periodischen Zuwachsmassen das äußerste Gipfelstück vernachlässigt werden mußte. Die badische Anleitung (Ganghofer, forstliches Versuchswesen I., S. 227) gestattet hier ziemlich großen Spielraum, indem es dem Ermessen des Erhebungsbeamten anheim gegeben ist, die Endfläche der letzten Sektion bald etwas über, bald etwas unter 7 cm Stärke zu nehmen. Aus speziellen Erhebungen ging hervor, daß die Vernachlässigung von Gipfelstücken von 4 cm Unten- oder Grundstärke und bis 4 m Länge oder von Gipfelstücken von 8 cm Grundstärke und von 3 m Länge unter gewissen Umständen (z. B. bei geringem Massengehalt der Stämme und starkem Zuwachs mithin hohem Zuwachsprozente) in der Berechnung des Zuwachsprozentes Fehler bis über 0,15 verursachen kann. Aus diesem Grunde stellte man die Norm auf, daß nur Gipfelstücke von höchstens 7 cm Grundstärke und höchstens 2 m Länge, mithin unter 0,0040 fm Masse vernachlässigt werden sollen. Hierbei kann sich bei Berechnung der Zuwachsprozente nur ein Fehler in der 2. Dezimale ergeben.

Die Differenzen der Zahlen in Spalte 19 und 27 b, welche bis 0,0040 betragen können, sind daher auf die Vernachlässigung der Gipfelstücke zurückzuführen.

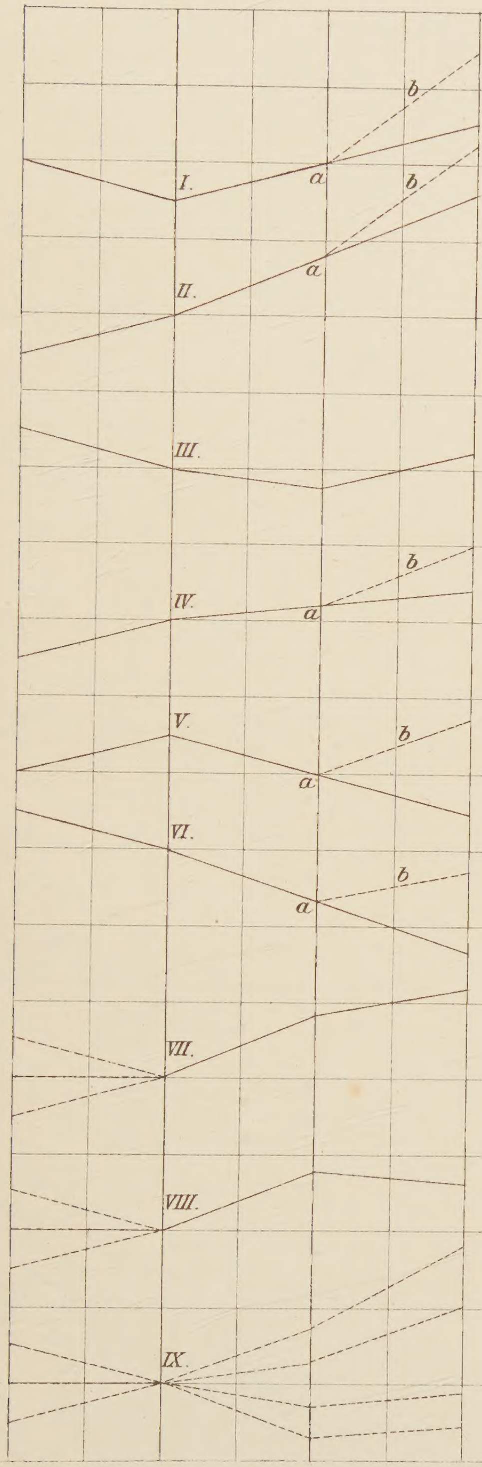
Forst- & Jagd-Zeitg. 1890 Februar.

Graphische Darstellung

Tafel A.

des Massenzuwachses

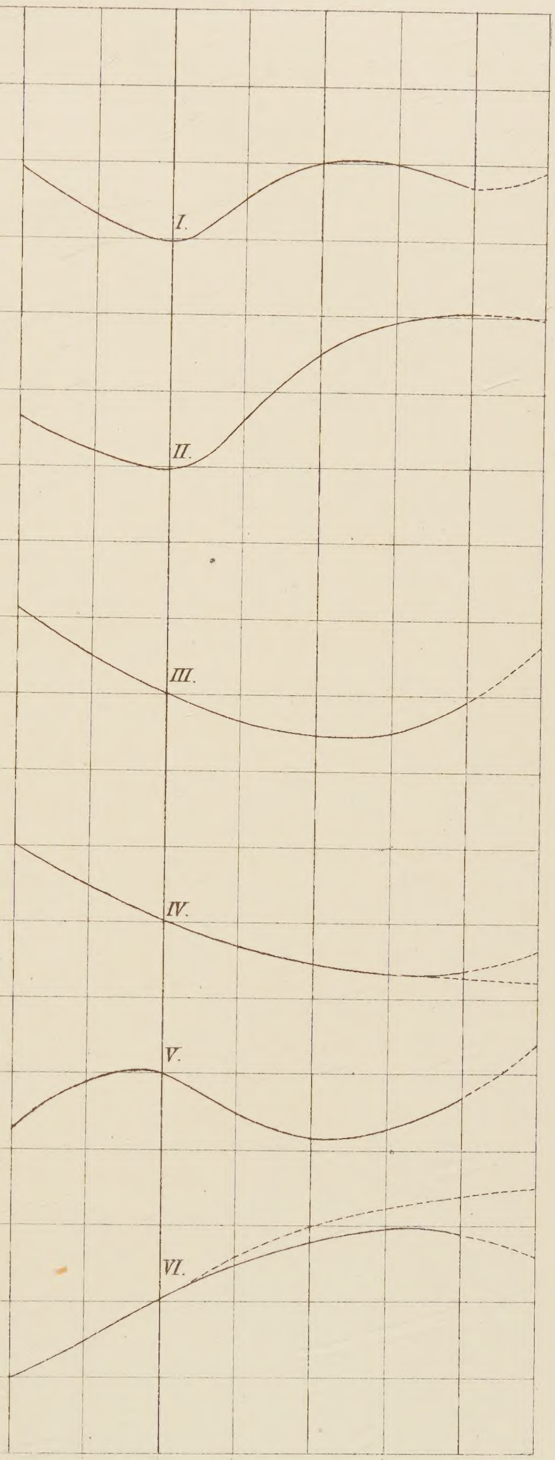
10 Jahre vor, zur Zeit, 10 Jahre nach, 20 Jahre nach der Lichtstellung.



Tafel B.

des Zuwachsprocentes

10 Jahre vor, zur Zeit, 10 Jahre nach, 20 Jahre nach der Lichtstellung.



G. Otto's Hof-Buchdruckerei in Darmstadt.